מוגבל

פרסומים אוויריים

חיל - האויר

ספר הטייס למטוס

קורנס

תמליל



אייר תשל"ב

אפריל 1972

ת ו כ ן

2) מטוס ריק (+ צוות ושמנים) 44,000 ליב׳.
+ דלק פנימי

3) מטוס ריק (+צוות ושמנים)
+ דלק פנימי
+ נתיק בגחון
48,500 ליב׳.

4) מטוס ריק (+צוות ושמנים)
+ דלק פנימי
+ נתיק בגחון
+ נתיקי כנפיים
53,500 ליב׳.

5) משקל מירבי להמראה 62,000 ליב׳.

6) משקל מירבי לנחיתה 46,000 ליב׳.

(ליתר פירוט,עיין בספר ביצועי המטוס).

ג. מהירויות

1) מהירות מירבית מותרת בגובה נמוך:
750 קשר

2) מהירות מירבית מותרת בגובה רב:
א) מאך - 2 לזמן ממושך.
ב) מאך - 2.4 ל-5 דקות.

3) מהירות מזערית לנחיתה:
(למטוס ריק בחציית מסלול) 140 קשר
(תוספת של 2 קשר על כל 1000 ליב׳ מטען או דלק).

4) מהירות מזערית לקרב: 120 קשר.

ד. סייג רום (מהירות תת-קולית)

1) מנוע יבש ——— 46,000.
2) עם מבער מלא ——— 56,000.

ה. זמן נסיקה

1) ל-40,000 רגל: "2'45.
2) ל-45,000 רגל, מאך-2: "7'30.

ו. רדיוס פעולה

1) עם 6 טון פצצות, נמוך-נמוך: 190 מי"מ.
2) עם $1\frac{1}{2}$ טון פצצות, גבוה-גבוה: 650 מי"מ.

ז. נשיאת חימוש

1) תותח פנימי "וולקן" 20 מ"מ עם 640 כדור.
2) 4 טילי "ספארו" אלקטרו-מגנטיים (AIM -7E).
3) 4 טילי "סיידוינדר (AIM -9).
4) כ נקודות תלייה למטען חיצוני (דלק/חימוש).

5) משקל פצצות מירבי: 7.6 טון.
(לגבי פירוט הביצועים - עיין בספר הגרפים).

א-4. מבנה

א. כללי

המטוס כולל את המרכיבים העיקריים הבאים:

1) גוף מרכזי - ובו המערכות המבצעיות, תאי הצוות, המנועים ועיקר הדלק הפנימי.
2) כנף דלתה תחתית - שטוחה במרכזה ובעלת דהידרל בולט בקצותיה.
3) הגה-גובה "מונובלוק" - ללא מייצב-גובה, משוך לאחור ובעל אנהידרל של 23°. ההגה מורכב על חלקו האחורי של גוף המטוס.
4) מייצב כיוון ארוך וגדול - אשר שפת ההתקפה שלו משוכה חזק לאחור. הגה הכיוון מותקן מאחוריו.
5) מאזנות - המורכבות בכנף, והפועלות לכיוון מטה בלבד. בפעולה מעלה יוצאים מחבלי זרימה מעל הכנף וממלאים את תפקיד המאזנות, בפעולת המחבל עולה המאזנת ב- 1°.
6) מדפים אחוריים - מסוג מדף"פשוט", הממוקמים בשפת הזרימה של הכנף, בשורש הכנף. יחד עם המדפים האחוריים יורדים גם מדפים קדמיים הנמצאים בשפת ההתקפה של הכנף.
7) מעצורי-אוויר - נפתחים בצידה התחתון של הכנף ופועלים בדרך רגילה.

ב. ממדים

1) מוטה - עם קצות כנף פרוסים: $38\frac{1}{2}$ רגל (11.73 מ׳).
- עם קצות כנף מקופלים: $27\frac{1}{2}$ רגל (8.38 מ׳).
2) אורך: 63 רגל (19.20 מ׳).
3) גובה: $16\frac{1}{2}$ רגל (על הקרקע) (5.03 מ׳).

ג. גוף

גוף המטוס בנוי יחידה אחת העשויה סגסוגת אלומיניום. מעטה מערכת הזנב עשוי ממתכת בלתי מחלידה להגנה מפני חום המנועים. חלקים רבים של שלדת הגוף עשויים טיטניום להגברת חוזק המבנה ולעמידה בתנאי חום קיצוניים. המנועים מותקנים במרכז הגוף בערך, וכונסיהם

נמצאים בצידי בצידי תא הנווט. פתחי הפליטה נמצאים בחלקו האחורי של גוף המטוס, בתחתיתו, לפני יחידת הזנב, ונוטים קצת מטה.
בתחתית הגוף והכנף מותקנים לוחות פלדה להגנה על אזורים פגיעים מפני אש נ"מ.

ד. כנף

הכנף בנויה בחלקה האמצעי כחטיבה אחת, ובתוכה מיכלי הדלק האינטגרליים.
קצות הכנף נוטים כלפי מעלה בדיהדרל של 12°, וניתנים לקיפול מיכני ע"י צוות הקרקע.
נוסף על מיכלי הדלק, מכילה הכנף את כן-הנחיתה הראשי, את המאזנות, המחבלים, מעצורי האוויר והמדפים (קדמיים ואחוריים). קצות הכנפיים, הגה הגובה, המאזנות והמדפים בנויים במבנה הנקרא "חלת דבש", ואינם כוללים חציצים. מבנה זה עומד במאמצי כפיפה ופיתול גבוהים, אך הוא רגיש יותר ללחצים מקומיים.

ה. תאי הצוות

תאי הצוות ממוקמים בחלקו הקדמי של המטוס, מאחורי החרטום. התאים משופעים ב- 20° לפנים, לשיפור הראות בנחיתה. החופות עשויות מחומר קשה במיוחד ולכל איש-צוות חופה נפרדת. התא האחורי מצויד גם הוא בהגאים, במצערות ובמחווני מנוע. למקרי חירום ולצורכי הדרכה.
הפעלת המטוס והפעלת החימוש נעשות מהתא הקדמי, בעוד שהניווט, תפעול המחשבים וה-מכ"מ נעשים מהתא האחורי. התאים אינם משוריינים, אך ריבוי המכשירים מסביבם מהווה הגנה טובה מפני רסיסים ו-נ"מ קל.

א-5. מערכות שרת

א. מערכת הידרולית - לכל מנוע שתי משאבות המספקות לחץ הידרולי להגאים ולרוב מערכות השרת.

ב. מערכת פנימטית - לחץ אוויר המסופק ע"י מדחס מיוחד ומצברי-לחץ, מפעיל את החופות ומאפשר הורדה של הגלגלים והמדפים בחירום.

ג. דיחוס - אוויר דחוס המתקבל מדרגות שונות של מדחסי המנועים, מסופק לצרכנים השונים של המטוס.

ד. חשמל - גנרטור לכל מנוע, ומצבר אחד, מפעילים את כל צרכני החשמל של המטוס בעזרת שנאים-מיישרים במטוס משמשים בעיקר המתחים הבאים:

1) 115 וולט ז"ח.
2) 28 וולט ז"ח.
3) 28 וולט ז"י.
4) 14 וולט ז"י.

ה. דלק - הדלק נמצא במטוס במיכלי הגוף, במיכלי הכנף ובמיכלים נתיקים.
מיכלי הגוף נאטמים עצמית. בסידרת ייצור מאוחרת יותר הם מצוידים בספוג המונע פיצוץ מוגבר.
הדלק מועבר למיכלי הגוף בלחץ דיחוס, ומשם למנוע, בעזרת משאבות חשמליות והידרוליות.
כמויות הדלק, הנמדדות בליברות, הן כדלקמן:

1) דלק פנימי: 12,600 ליב׳.
2) דלק פנימי + נתיקים: 21,600 ליב׳.

המטוס מצויד גם במערכת לתדלוק באוויר.

א-6. מערכות מבצעיות

א. מערכות קשר - המטוס מצויד במערכות לקשר-פנים ולקשר חוץ (תא"ג), ב-זע"ט ובמוצא כיוון.

ב. מרכז אינרציאלי ומרכז ג׳ירו חילופי

המרכז האינרציאלי מהווה את "לב" מערכת הנשק, והוא מספק נתונים למכשירים הבאים:

1) מחשב הניווט.
2) מחשב ההפצצה.
3) כוונת הירי.
4) ה-מכ"מ.
5) מחווני ההטסה.

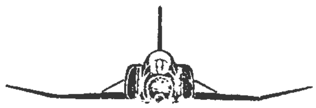
ג. מחשב הניווט - תפקידו העיקרי של מחשב הניווט לספק אינפורמציה על המיקום העכשווי, על הנתיב והמרחק למטרה נבחרת, ועל מהירות הקרקע.

ד. מחשב ההפצצה - תפקיד מחשב ההפצצה לשחרר את הפצצות בזווית ובטווח המתאימים לשיטת ההפצצה שנבחרה, לסוג הפצצה ולנתוני השחרור.

ה. כוונת הירי -
כוונת הירי מספקת את נתוני הכוונון בהתאם לחימוש ולשיטה שנבחרו.

ו. ה-מכ"מ - ה-מכ"מ מאפשר גילוי מטרות, ומרגע שהוא ננעל על המטרה, הוא מספק נתונים למחשב היירוט בהתאם לחימוש שנבחר לשיגור.
בתפעול אוויר-קרקע משמש ה-מכ"מ בעיקר כעזר חשוב בניווט, לגילוי מטרות קרקע ולמדידת הטווח.

ז. מחווני הטיסה
המרכז האינרציאלי מספק נתונים לאופק המלאכותי, ובעזרת מחשבי הניווט וההפצצה - נתוני הטסה שוטפים למכשירי הטיסה, לצורכי ניווט ותקיפה.



פרק ב

המנוע

ב-1. כללי

א. מטוס הפנטום מצויד בשני מנועי J79-GE-17 מתוצרת ג׳נרל-אלקטריק. מנוע זה הוא פיתוח של מנועי J-79 קודמים שהותקנו בדגמים הישנים F-4 ו-F-104.

קיים גם דגם אזרחי של המנוע - J-57, ללא מבער אחורי. המנוע אמין ביותר, ופרקי הזמן הנדרשים בין ביקורת לביקורת ארוכים ביותר (600 שעות).
המנוע מדגם J-79 הוא מנוע טורבו-סילוני צירי בעל מבער אחורי. יש לו מדחס צירי הכולל 17 דרגות דחיסה אשר ב-6 הדרגות הראשונות שבו מותקנים סטטורים שזווית הכוונתם משתנה בהתאם לכמות האוויר הדרושה למנוע. הבעירה מתחוללת ב-10 תאי שריפה דמויי כד הנמצאים בתוך מעטפת טבעתית. טורבינה בת שלוש דרגות מניעה את המדחס על-ידי ציר אחד הנשען על 3 מיסבים. המבער האחורי נמצא מאחורי הטורבינה. נחיר הפליטה של המנוע מצויד בשתי טבעות של תריסים המאפשרות שינוי שטח החתך של פתח הפליטה, כאשר המרווח בין שתי הטבעות מאפשר יציאת האוויר המשני.
שני המנועים מותקנים במטוס זה-ליד-זה, ודומים בכל. עם-זאת, הם נפרדים בכל מערכות התיפעול שלהם, ואין כל קשר בפעולה של האחד לגבי משנהו.

ב-2. נתונים כלליים של המנוע

א. משקל: 4000 ליב׳.

ב. דחף:

1) סטטי יבש -- 11,870 ליב׳.

2) מבער מופחת -- 15,300 ליב׳.

3) סטטי מלא -- 17,900 ליב׳.

ג. סל"ד:

1) פעולת סרק -- 65% (5000 סל"ד).

2) מנוע מלא -- 100% (7685 סל"ד).

ד. יחס דחיסה: 1:12.5.

ה. טמפרטורה מירבית: 678°C.

ו. דחף בתוך המטוס: 13,500 ליב׳.

ב-3. ביצועי המנוע

א. דחף

1) הדחף כתלות במהירות

במנוע יבש -- הדחף קטן עם עליית המהירות, אך הוא עולה שוב ב-0.7 מאך בקירוב.
עם מבער אחורי -- הדחף עולה עם עליית המהירות.

דחף בליב׳ לעומת מהירות (גובה פני הים, אטמוספירה סטנדרטית)			
מהירות (מאך) / סל"ד	0	0.6	0.9
80%	2500	500	--
100%	11,870	10,700	12,500
מבער מלא	17,900	18,200	22,000
יחס מבער	1.5/1	1.7/1	1.75/1

2) הדחף כתלות בגובה

עם העלייה בגובה, הדחף קטן. הירידה בדחף קטנה יותר עם מבער עד גובה 30,000 רגל. מעל גובה זה, אין הבדל בירידת הדחף בין מנוע יבש למנוע עם מבער. מכאן ניתן ללמוד שביצועי המנוע בגובה רב מאוד אינם מצטיינים בהשוואה למנועים אחרים.

דחף בליב׳ כתלות בגובה (מהירות 0.9 מאך, אטמוספירה סטנדרטית)				
גובה / סל"ד (אלפי רגל)	0	15	35	45
90%	4750	5000	3250	2000
100%	12,500	8500	4000	2500
מבער מלא	22,000	15,500	7500	4600
יחס מבער	1.75/1	2.82/1	1.88/1	1.84/1

א. 3) <u>הדחף כתלות בטמפרטורה החיצונית</u>

עם עליית הטמפרטורה קטן הדחף במידה שווה במנוע יבש ובמנוע עם מבער אחורי.

דחף בליב' כתלות בטמפרטורה החיצונית (מהירות 0, גובה פני הים)			
טמפ' / סל"ד	15	28	40°
מנוע יבש	11,870	11,100	10,300
מבער מלא	17,900	16,600	15,500
יחס מבער	1.5/1	1.5/1	1.5/1

ב. <u>תצרוכת דלק סגולית (SFC)</u>

1) <u>תצרוכת הדלק הסגולית כתלות ב-סל"ד</u>

תצרוכת הדלק הסגולית (SFC) גדולה ב-90% סל"ד מאשר ב-100% סל"ד.

ה הדבר אופייני לגובה נמוך במיוחד.

תצרוכת דלק סגולית כתלות ב-סל"ד (גובה 0 מהירות 0.9 מאך)				
סל"ד	90%	100%	מבער מופחת	מבער מלא
SFC	1.3	1.15	1.6	2.2

2) <u>תצרוכת הדלק הסגולית כתלות במהירות</u>

תצרוכת הדלק הסגולית גדלה עם הגדלת המהירות במנוע יבש, אך היא אינה מושפעת ממנה במנוע עם מבער מופחת או עם מבער מלא. עם הגדלת המהירות, התצרוכת הסגולית כמעט שווה ב-90% וב-100% סל"ד.

תצרוכת דלק סגולית כתלות במהירות וב-סל"ד (גובה '35,000, אטמוספירה סטנדרטית)					
מהירות / סל"ד	0	0.6 מאך	0.9 מאך	1.5 מאך	2.0 מאך
90%	0.80	0.90	0.97	1.15	
100%	0.83	0.95	1.0	1.14	1.35
מבער מופחת	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
מבער מלא	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

3) <u>תצרוכת הדלק הסגולית כתלות בגובה</u>

עם העלייה לגובה קטנה תצרוכת הדלק הסגולית במנוע יבש (כשב-100% סל"ד היא נמוכה מאשר ב-90% סל"ד) עד גובה של 30,000 רגל בקירוב. עם מבער מופחת, אין כמעט שינוי עם העלייה לגובה, ועם מבער מלא, השינוי קטן.

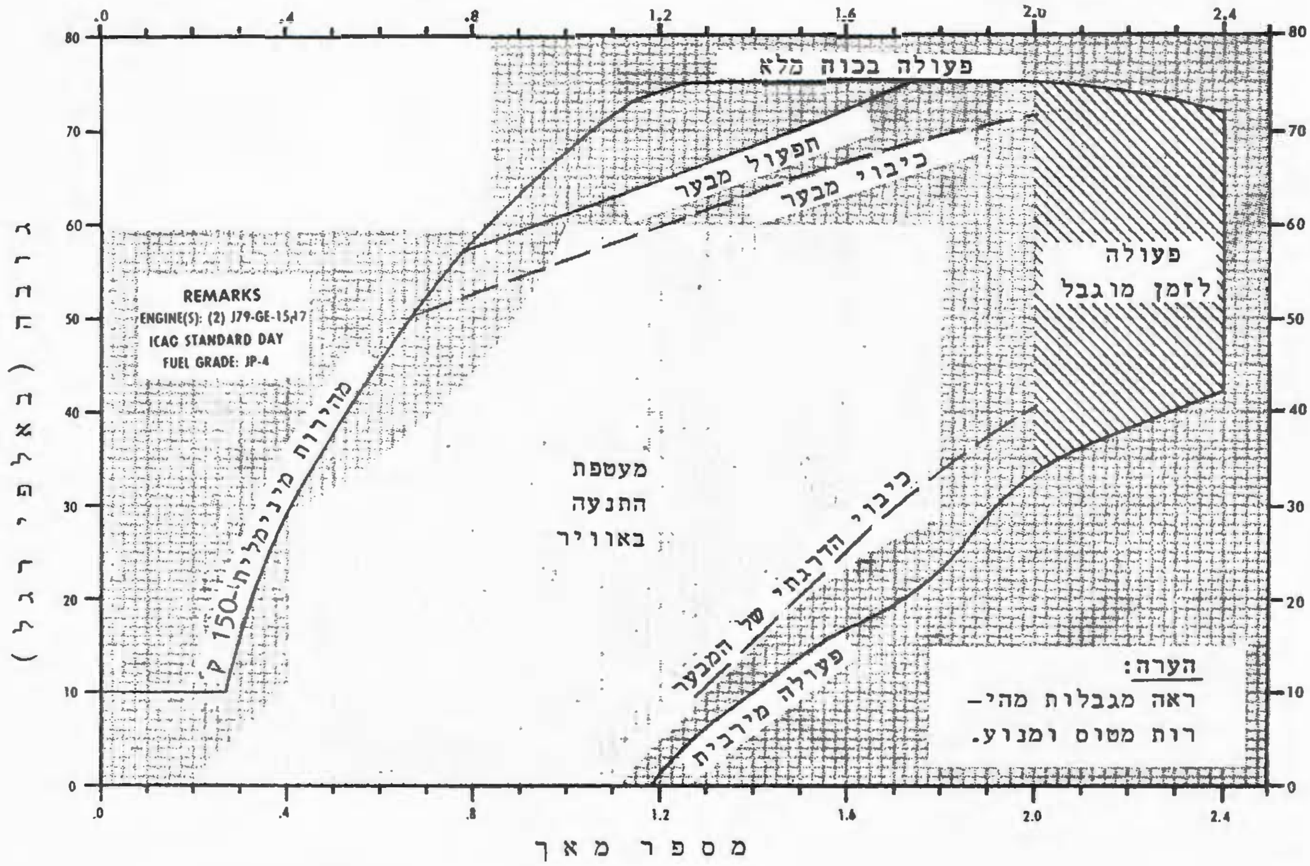
תצרוכת דלק סגולית כתלות בגובה (0.9 מאך, אטמוספירה סטנדרטית)				
גובה / סל"ד	0	15	35	45
90%	1.3	1.1	0.97	0.97
	1.15	1.06	1.0	1.0
	1.6	1.6	1.6	1.6
	2.2	2.1	2.0	2.0

4) <u>תצרוכת הדלק הסגולית כתלות בטמפ' החיצונית</u>

תצרוכת הדלק הסגולית עולה במידה ניכרת עם עליית הטמפרטורה החיצונית.

תצרוכת דלק סגולית כתלות בטמפרטורה החיצונית (גובה 0, 0.6 מאך)			
טמפ' / סל"ד	15°	28°	40°
90%	1.08	1.13	1.2
100%	1.04	1.07	1.1
מבער מופחת	1.62	1.68	1.7
מבער מלא	2.2	2.3	2.4

ג. מעטפת המנוע



הערות

1) טיסה במהירות נמוכה מ-150 קשר ובגו-
בה מעל 10,000 רגל עלולה לגרום
לכביית מנוע. כביית מנוע עלולה להיג-
רם גם במהירויות גבוהות מ-150 קשר
כתוצאה מירי תותח, מתמרון חריף,
החלקות או תפעול חריף של המצערת.

2) ביחס למגבלות מהירות ומגבלות סל"ד -
ראה סעיף ב-16.

מרכיבים כלליים של המנוע

ב-4. כללי

המנוע כולל את המרכיבים העיקריים הבאים:
מדחס, מיסבים, תאי-שריפה, טורבינה, מבער
אחורי, תריסים, תיבות אביזרים.

ב-5. המדחס

המדחס כולל 17 דרגות דחיסה, המקנות יחס דחיסה
של 1:12.5. החלק הקדמי, שדרכו נכנס האוויר
למנוע, משמש גם כתומך למיסב הקדמי. מצויים
בו שמונה תומכים מאלומיניום ו-20 להבי הכוונה
של הסטטור, המכוונים את האוויר למדחס. 20
להבי הסטטור משנים את זווית ההכוונה שלהם
ביחד עם שש השורות של להבי הסטטור שמאחו-
ריהם. הציר להנעת תיבות האביזרים יוצא דרך
התומך התחתון. כמו-כן, משמשים התומכים למע-
בר אוויר לקירור עוקת השמן, למעבר אוויר
לחימום מערכת מניעת ההתקרחות, ולמעבר שמן
לסיכת המיסב הקדמי.

20 להבי הסטטור המתכוונים מופעלים ע"י 2
צילינדרים-מפעילים, המקבלים דלק בלחץ גבוה
מווסת המנוע. במקביל מפעילים הצילינדרים גם
את שש הדרגות האחרות. הצילינדרים המפעילים
מורכבים על בית המדחס, משני צדיו (מצבי
השעות 4 ו-10). רוטור המדחס בנוי מציר קוני
חלול, המקבל דיחוס מהדרגה השביעית של המדחס,
ועליו מורכבות 17 דרגות של להבים. להבי הרוטור
עשויים מפלדה בלתי מחלידה. בחלקו האחורי של
המדחס קיימים 10 תומכים המקשרים את בית

המיסב המרכזי עם מעטפת המנוע. תומכים אלה מעבירים למטוס את כל הכוחות שהמנוע מייצר בציר האורך של המטוס. התומכים חלולים ובנויים בצורת פרופילים אווירודינמיים. נוסף על תמיכת בית המיסב משמשים התומכים גם לתמיכת מזרקי הדלק ותאי השריפה, ומעבירים אויר לדיחוס, לאטימה ולקירור, ושמן לסיכת המיסב המרכזי. הם משמשים כמו-כן לניקוז השמן לעוקה ולהעברת אוויר לצרכים אחרים במטוס.

ב-6. מיסבים

למנוע שלושה מיסבים:

א. מיסב מס׳ 1 (בחלקו הקדמי של המדחס)

מיסב מס׳ 1, או המיסב הקדמי, מקורר ע"י אוויר בלחץ המתקבל מהדרגה התשיעית של המדחס, וע"י שמן סיכה הזורם לאחר-מכן חזרה לעוקה, שבחלקו התחתון של המנוע. מיסב זה נושא עומסים רדיאליים בלבד.

ב. מיסב מס׳ 2 (באמצע המנוע, בחלקו האחורי של המדחס)

זהו מיסב הלחץ של המנוע, הנושא את כל העומסים האורכיים. הוא מקורר ע"י שמן סיכה וע"י אוויר בלחץ המתקבל מהדרגה התשיעית של המדחס.

ג. מיסב מס׳ 3 (באיזור הטורבינה)

מיסב זה פועל בטמפרטורות גבוהות ביותר. הוא נושא עומסים רדיאליים בלבד, והוא מקורר ע"י שמן ואוויר בלחץ המתקבל מהדרגה התשיעית של המדחס.

ב-7. תאי שריפה

א. במנוע 10 תאי שריפה כדיים המותקנים מאחורי המדחס. תאי השריפה עשויים ממתכת מיוחדת העומדת בתנאי חום גבוה. בכל תא-שריפה ישנו מזרק דלק. בתאים 4 ו-5 ישנם מצתים הפועלים רק בזמן ההתנעה, עם הלחיצה על כפתור ההצתה. התאים מחוברים זה-לזה בצורה המאפשרת מעבר הלהבה. למעשה מספיק מצת אחד כדי לספק להבה לכל התאים.

ב. נפח האוויר העיקרי הנכנס לתאים עובר מסביבם, ורק חלק קטן ממנו נכנס לתוכם ונוטל חלק בבעירה. האוויר נכנס לכל תא דרך פתחים הנמצאים מסביבו. ערבוב בלתי מספיק של הדלק והאוויר בכניסה לתא גורמים לשריפה בלתי מושלמת של הדלק וליצירת עשן ביציאה מהמנוע.
ערבול האוויר עם הדלק לפני היכנסם לתא השריפה הוא אחד הכיוונים בהם פועלים למניעת היווצרות עשן.

ג. הדלק, בסיוע אוויר, בוער בתוך תא השריפה וכתוצאה מכך מוגברת מהירות זרימתם. ביציאתם מתא השריפה מתערבבים הגזים השרופים עם האויר הסובב ונעים לכיוון הטורבינה.

ב-8. מכלול הטורבינה

א. ביציאה מתאי השריפה עוברים הגזים השרופים והאוויר דרך 10 יציאות אליפטיות אל מעבר טבעתי המוביל אל הדרגה הראשונה של הטורבינה. המעבר מסודר כך ששטח החתך שלו כחצי משטח החתך של פתחי תאי השריפה, וע"י כך גדלה מהירות הזרימה לפני הכניסה לטורבינה.

ב. שתי השורות הראשונות של סטטור הטורבינה מורכבות מלהבים חלולים המקודרים ע"י אוויר העובר בתוכם. הסטטור השלישי אינו מקורר.

ג. הטורבינה עצמה כוללת שלוש דרגות, המורכבות על ציר אחד עם המדחס. ציר הטורבינה הוא קוני וחלול, ואוויר מהדרגה השביעית של המדחס ממלא אותו ומשמש לדיחוס ולקידור של מיסב מס׳ 3.

ד. מיסב מס׳ 3 נמצא באיזור הטורבינה, ומקבל אוויר ושמן לקירור ולסיכה.

ה. מאחורי הטורבינה נמצאים מיישרי זרימה ותומכים. ישנם שבעה תומכים חלולים, שצורתם אווירודינמית, המקוררים ע"י אוויר מהדרגה התשיעית של המדחס. אוויר זה עובר גם לדיחוס ולאטימה של מיסב מס׳ 3. גם השמן למיסב מס׳ 3 עובר בתומכים אלה ומתנקז דרכם.

ב-9. מכלול המבער האחורי

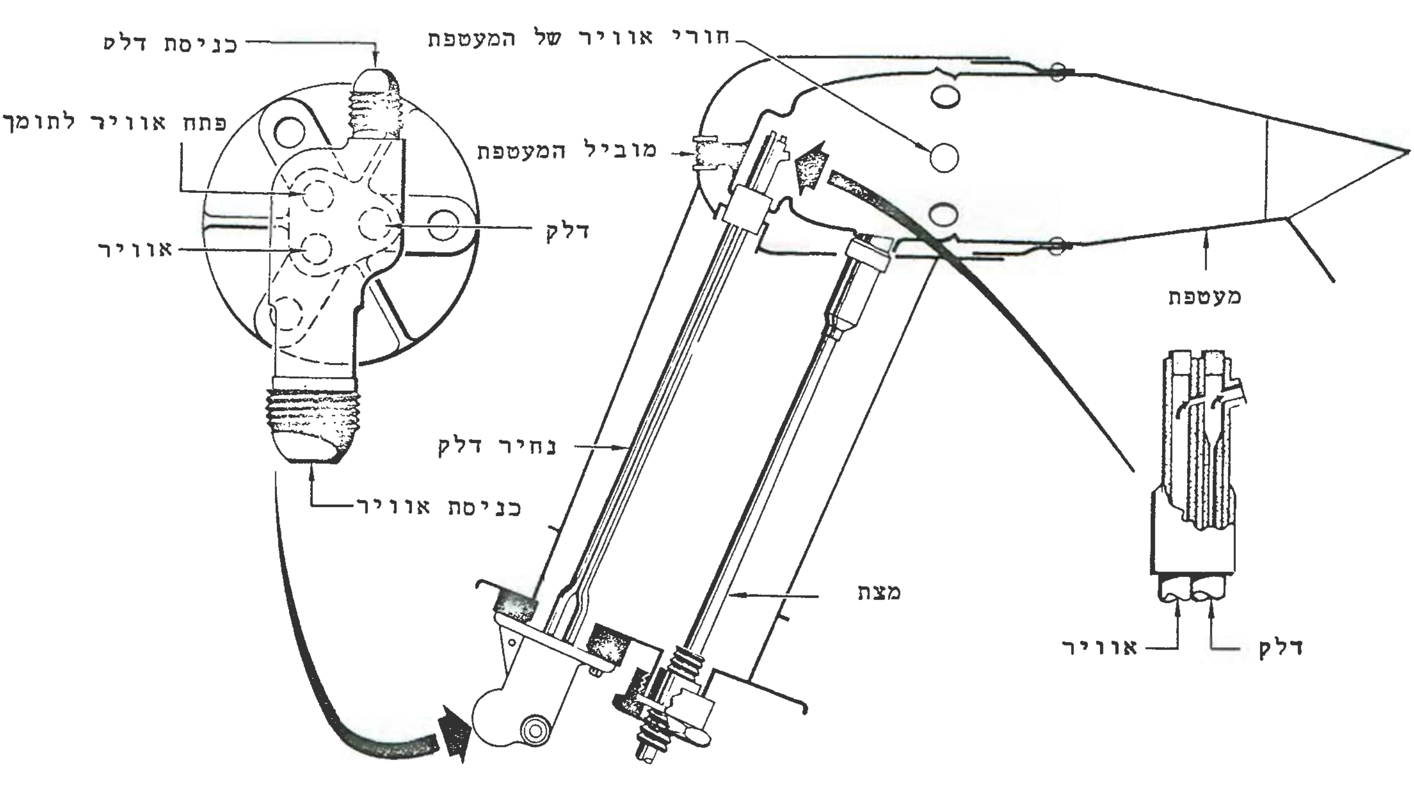
א. תפקיד המבער האחורי להגביר את דחף המנוע ע"י הגברת הטמפרטורה ומהירות הזרימה של גזי הפליטה. סעפת הדלק של המבער האחורי מורכבת מצינורות המסודרים בארבע טבעות העוקפות את המנוע, והמספקות דלק ל-21 מזרקים הנמצאים בתחום הלהבה. הדלק מותז בניצב ללהבה בכמות הנקבעת ע"י מערכת בקרת המבער האחורי. הטבעות ממוקמות מאחורי קונוס הבעירה המצופה בציפוי קרמי.

ב. בתחתית המנוע נמצא לפיד הצתה אחד, הממוקם בין הטבעות שומרות הלהבה. הלפיד פועל במשך כל זמן פעולת המבער. אוויר מהדרגה ה-17, דלק וחשמל, המסופקים באופן רצוף ללפיד, שומרים על קיום רצוף של הלהבה במשך כל זמן פעולת המבער. דרך הלפיד מוזרם אוויר בקביעות כדי למנוע היווצרות פיח.

ב-10. מכלול התריסים

שטח החתך של פתח הפליטה נקבע ע"י שתי מערכות של תריסים המסודרות בצורת טבעות - טבעת ראשית וטבעת משנית. כל אחת מטבעות התריסים מונה 16 תריסים. הטבעת הראשית מופעלת ע"י ארבעה צילינדרים-מפעילים הפועלים בלחץ גבוה של שמן סיכה, ומבוקרים ע"י וסת מיוחד. טבעת התריסים המשנית קשורה לטבעת הראשית באופן מיכני, כך שהתריסים ינועו תמיד ביחד. המרווח הקיים בין שתי הטבעות מאפשר מעבר אוויר מזרימת האוויר המשני (האוויר הזורם סביב המנוע). שטח החתך של פתח הפליטה הוא 700 אינץ׳ - ריבועי בעת שהתריסים פתוחים. כאשר התריסים סגורים, השטח הוא 200 אינץ׳-ריבועי. התריסים מחוברים ביניהם כך, שבמקרה של תקלה באחד הצילינדרים, הם יכולים לפעול ע"י שלושת הצילינדרים הנותרים.

<u>לפיד ההצתה</u>



ב-11. **תיבות האביזרים**

א. <u>אביזרי המנוע - כללי</u>

אביזרי המנוע מסודרים בשלוש חטיבות, המקבלות כולן את כוח הנעתן מאזור המיסב הקדמי. שלוש החטיבות הן: חטיבת קונוס המנוע, חטיבת האביזרים הקדמית וחטיבת האביזרים האחורית.

ב. <u>חטיבת קונוס המנוע</u>

בחטיבת קונוס המנוע נמצאים יחידת הנעת הגנרטור והגנרטור עצמו, הממוקמים לפני המיסב הקדמי ומונעים ישירות מציר המדחס.

ג. <u>חטיבת אביזרים קדמית</u>

חטיבת האביזרים הקדמית ממוקמת מתחת לחלקו הקדמי של המדחס ומקבלת את הנעתה באמצעות ציר אנכי היורד דרך תומך המיסב התחתון. היא כוללת את האביזרים הבאים:

1) משאבת דלק לחץ גבוה.
2) משאבת החזר שמן.
3) אלטרנטור בקרה.
4) מנוע תלת-פזי למד הסל"ד.
5) משאבות הידרוליות (2).
6) מתנע.
7) משאבת דלק מבער אחורי.

ד. <u>חטיבת אביזרים אחורית</u>

חטיבת האביזרים האחורית ממוקמת מאחורי החטיבה הקדמית, ומקבלת את הנעתה ממנה, באמצעות ציר אופקי. היא כוללת את האביזרים הבאים:

1) וסת המנוע.
2) משאבת השמן (לחץ והחזרה).

משאבת החזרת השמן מן המיסב האחורי נמצאת על ציר המנוע.

מערכות המנוע

ב-12. **מערכות האוויר של המנוע**

<u>כונסי האוויר של המנוע</u>

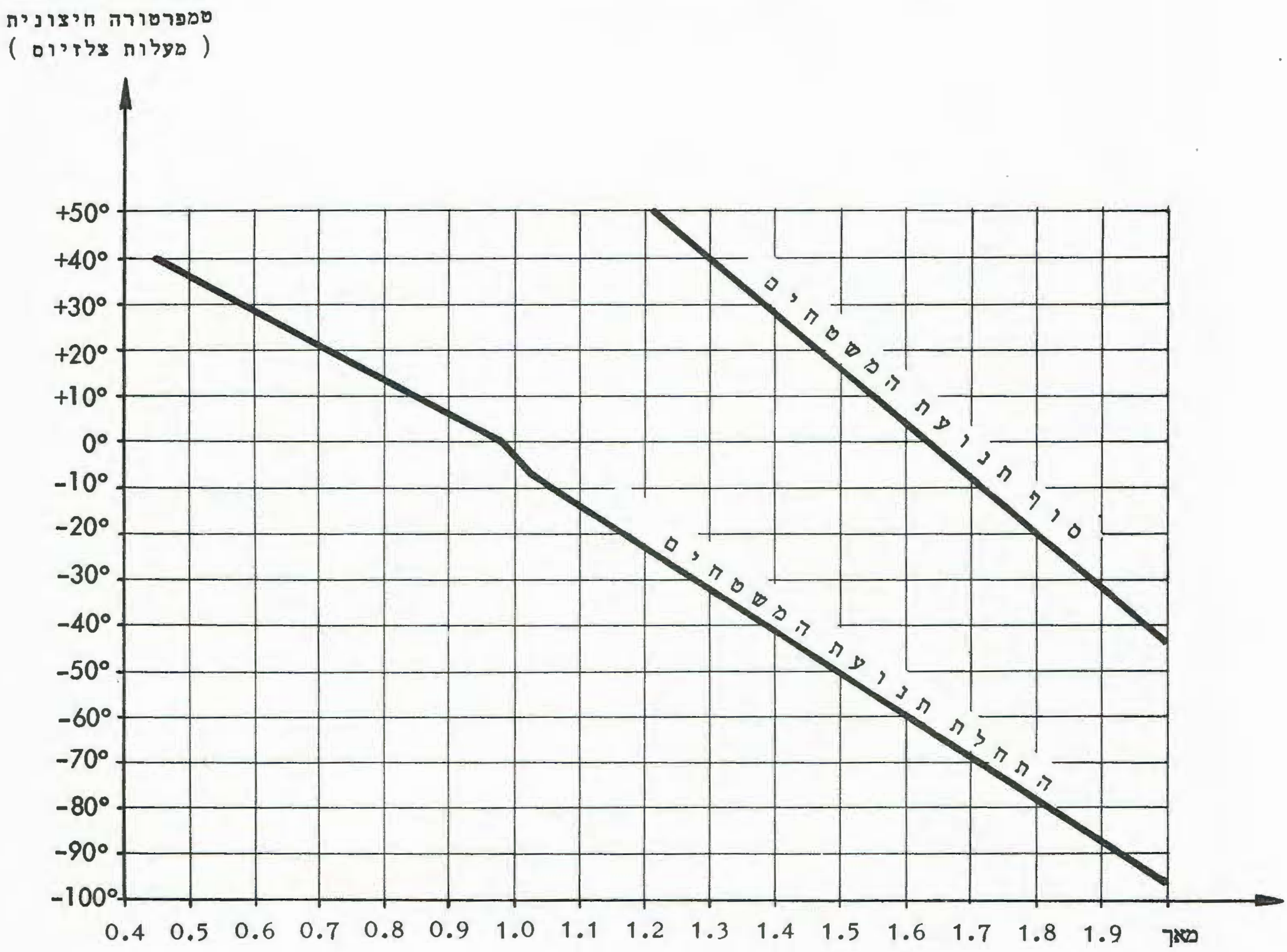
במטוס מותקנים שני כונסי אוויר ראשיים ושני פתחים לזרימת אוויר משני. כונסי האוויר הראשיים זהים זה לזה בכל, אך אינם תלויים אחד במשנהו. כל כונס אוויר ראשי כולל משטח אווירודינמי קבוע ושני משטחים אווירודינמיים משתנים (ניתנים לתנועה). פתחי האוויר המשני ממוקמים בתחתית גוף המטוס ומשמשים את מערכת האוויר המשני.

1) <u>כונסי האוויר הראשיים</u>

כונסי האוויר הראשיים מספקים את זרימת האוויר הראשית למדחס בשטף תת-קולי אופטימלי בתחום נרחב של מהירויות המטוס.
המשטח האווירודינמי הקדמי מבין שני המשטחים המשתנים מנוקב כדי לאפשר הקזת שכבת הגבול והפנייתה החוצה.
המשטח האחורי מבין השניים הוא מלא (אינו מנוקב).
המרכז האווירודינמי מעביר למגבר בקרת המשטחים הניידים את נתוני הטמפרטורה הכללית שבכונס האוויר, וזה שולח אות חשמלי ליחידת סרוו הקשורה למערכת ההידרולית של כלי השרת (Utility). יחידת הסרוו קובעת את מצב המשטחים הניידים לשם קבלת זרימה אופטימלית של האוויר במהירויות מאך גבוהות. מתחת לכונס הימני של מיזוג האוויר מותקן מחוש (sensor) שתפקידו "לחוש" את השינויים החלים בטמפרטורה ולהפעיל את משטחי כונס האוויר בהתאם. כאשר מסיעים בתוך גזים הנפלטים ממנוע סילוני, עלול המחוש (sensor) לגלות

תנועת המשטחים הנ יידים (עכברים) של כונסי האוויר

לפי מהירות המטוס (במאך) והטמפרטורה החיצונית



שינוי טמפרטורה ולהפעיל את כונס-האוויר.

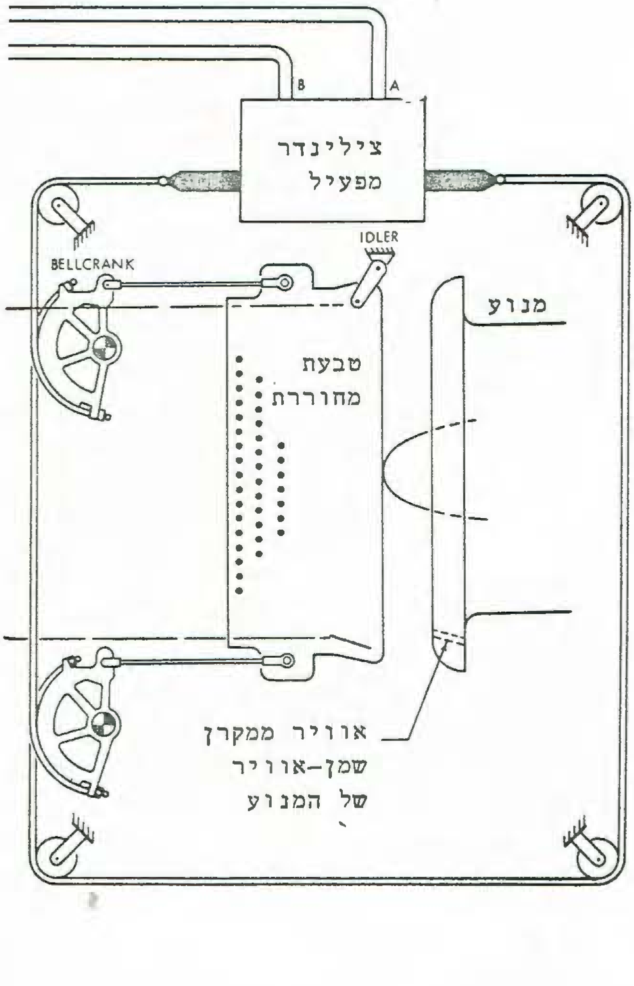
2) <u>נורית לציון טמפרטורת אוויר גבוהה בכונסי האוויר</u>

בלוח האזהרות ישנה נורית לציון טמפרטורת אוויר גבוהה בכונסי האוויר. הנורית מסומנת בכתובת DUCT TEMP HI והיא מציינת בהידלקה שהטמפרטורה בכונס האוויר (של המדחס) גבוהה מהמותר להפעלת מנוע תקינה. הפעלת המנוע בגובה רב, שבו הטמפרטורה בכניסה למדחס גבוהה מהמותר, תקצר את אורך החיים של גלגלי השיניים, של המיסבים והאטמים הפחמיים, מפני שטמפרטורת שמן הסיכה תעבור אז את גבול הטמפרטורה המותר לפי התכנון. מעבר הטמפרטורה יגרום גם לכך שחלקים השייכים למבנה המנוע (המסגרת האחורית של המדחס ומעטפות הבעירה) יעמדו בלחצים ובטמפרטורות גבוהים מהמותר.

3) <u>כונס אוויר טבעתי בכניסה למנוע ("פעמון")</u>

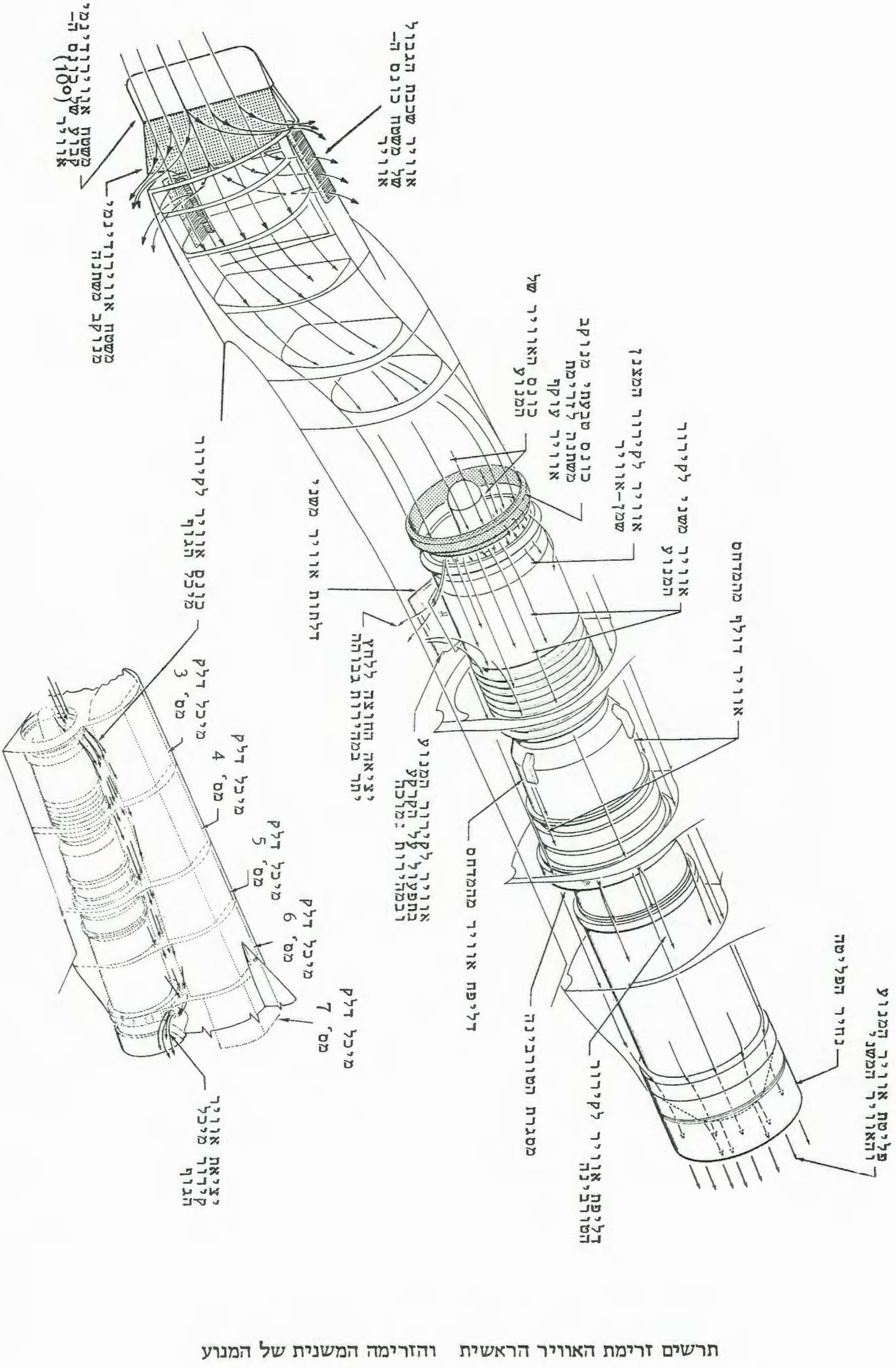
בכניסה למנוע מותקן כונס אוויר טבעתי הפועל באורח אוטומטי. כונס אוויר זה מפנה את עודפי האוויר המצטופפים לפני המדחס אל תוך תאי המנועים, כדי למנוע את הזדקרות המדחס. האוויר המוסט בדרך זו נקרא אוויר משני. פתח האוויר המשני מוקף בטבעת מנוקבת הנמצאת בין כונס האוויר לפתח הכניסה של המדחס. במהירויות שבין 0.4 ל-0.98 מאך הפתח סגור, אם כי כמות מסוימת של אוויר מצליחה לעבור לתוך תא המנוע דרך הנקבים ודרך מעבר ההקזה של המצנן אוויר-שמן. מעל 0.98 מאך "חשה" יחידת הבקרה את זרימת האוויר האופטימלית למנוע (בתחילת כונס האוויר) ופותחת את הכונס הטבעתי. כאשר עוברים על מהירות זרימה זו (סגירה פתאומית של המצערת) משגרת יחידת הבקרה אות למערכת הצילינדר המפעיל וזה פותח את המעבר העוקף, עד שחוזרת זרימת האוויר אל המנוע לתנאים אופטימליים.

כונס-אוויר "פעמון"



4) <u>דלתות האוויר המשני</u>

דלתות האוויר המשני הנמצאות בתחתית גוף המטוס (אחת לכל מנוע) מבוקרות בדרך-כלל ע"י ידית כן-הנחיתה, ונפתחו או נסגרות ע"י הלחץ ההידרולי של מערכת כלי שרת. כאשר ידית כן הנחיתה נמצאת במצב מטה, נפתחות הדלתות ונכנס לתאי המנועים אוויר נוסף לקירור. כאשר נמצאת ידית כן-הנחיתה



תרשים זרימת האוויר הראשית והזרימה המשנית של המנוע

במצב מעלה, הדלתות נסגרות. אם הלח-צים בתא המנוע עוברים את הגבול המתוכנן, נפתחות הדלתות בשיעור פרופורציונלי לעודף הלחץ. ברגע שלחץ היתר יורד, הצילינדר-המפעיל סוגר את הדלתות.

5) <u>נוריות לציון פעולה בלתי תקינה של דלתות האוויר המשני</u>

בלוח האזהרות מצויות שתי נוריות לציון פעולה בלתי תקינה של דלתות האוויר המשני, המסומנות בכתובות L.AUX AIR DOOR (דלת שמאל) ו- R.AUX AIR DOOR (דלת ימין). הנוריות נדלקות כאשר דלתות האוויר המשני אינן פועלות בתיאום עם ידית הנחיתה. הנורי-ות עלולות לדלוק לרגע גם כאשר משחררים לחצי היתר בתאי המנועים. יחד עם נוריות אלו נדלקת גם מנורת האזהרה הראשית (MASTER CAUTION). אם אחת הנוריות נדלקת ונשארת דלוקה, זוהי תקלה, ויש להמשיך בנוהל החירום המתאים.

ב. <u>זרימת האוויר הראשית</u>

זרימת האוויר הראשית כוללת את כל האוויר העובר דרך המנוע. תחילה נדחס האוויר ע"י המדחס ביחס דחיסה של 1:12.5. הזווית של ששת הסטטורים הראשונים של המדחס משתנה כדי לאפשר זרימת אוויר תקינה בטווח נרחב של מהירויות. האוויר מגיע לתאי השריפה, שם הוא נוטל חלק בבעירה לאחר שפחתה מהירותו וגדל לחצו. רק חלק קטן (כ-15%) מהאוויר משתתף בבעירה ממש והיתר משמש לקירור. לפני הטורבינה גדלה שוב מהירות האוויר כדי להקנות לו את מירב האנרגיה. אחרי הטורבינה עובר האוויר בצינור הפליטה, שם גוברת מהירותו בשנית לפני התריסים. טבעת התריסים המשנית מכוונת כך שהאוויר עובר דרכה במהירות 1 מאך. טבעת התריסים הראשונית יוצרת את צורת הפיה העל-קולית, המגבירה את מהירות האוויר מעל 1 מאך. כאשר המבער מופעל, מתרחבת הטבעת המשנית, כדי לשמור על מהירות קבועה של 1 מאך, וכדי להוריד את הלחץ מאחורי הטור-בינה.

ג. <u>זרימת האוויר המשנית</u>

זרימת האוויר המשנית כוללת את כל האוויר הזורם מסביב למנוע והיוצא בחלקו דרך הפתח שבין שתי מערכות התריסים. האוויר נכנס למעבר המקיף את המנוע דרך פתח הנמצא בחזית המנוע. הפתח גדל או קטן כתוצאה מפעולת הכונס הטבעתי ("פעמון"), ה-נפתח או נסגר בהתאם למהירות המטוס ולטמפרטורה החיצונית. על הקרקע - נכנס האוויר דרך דלתות האוויר המשני, עובר למנוע דרך פתח הכונס הטבעתי ועקב-כך מקרר את המנוע. הדלתות פתוחות כל זמן שהגלגלים נמצאים במצב מטה.

באוויר - מוסתת כמות האוויר המשני ע"י הכונס הטבעתי, הנפתח ומאפשר לחלק מהאוויר לצאת לפני כניסתו למדחס. עם עליית המהירות, גדל חלקה של הזרימה המשנית, ובמהירות 2 מאך, מופקים כ-50% מהדחף ע"י הזרימה המשנית.

<u>הערות:</u>

1) דלתות האוויר המשני מופעלות הידרולית.

במקרה של תקלה הידרולית, לא תיפת-חנה הדלתות בנחיתה, ונוריות האזהרה שבלוח האזהרות תציינה זאת.

2) עקב יניקת אוויר חם דרך פתח הכונס הטבעתי וזרימתו סביב המנוע, קיים חשש להאצה עצמית של המנועים. האצה עצמית זו תיווצר עקב פעולה T_2 RESET של וסת המנוע.

ד. <u>שימושים משניים בלחץ האוויר</u>

בשלושה מקומות נלקח אוויר בלחץ מהמדחס לצרכים שונים:

1) <u>מהדרגה השביעית</u> - נכנס אוויר לחלל ציר המדחס והטורבינה, לצורך קירור ודיחוס. ע"י הדיחוס, מתאזן חלקית הלחץ על הציר.

2) מהדרגה התשיעית - נלקח אוויר בלחץ לקירור, לדיחוס, ולאטימת שלושת מיסבי המנוע.

3) מאחורי הדרגה ה-17 - נלקח אוויר מאחורי המדחס לבקרת שכבת הגבול שעל הכנפיים, ולכל שאר הצרכים אשר להם אחראי הדיחוס במטוס (דיחוס תא, העברת דלק, מניעת התקרחות, הצתת מבער וכו׳).

ב-13. מערכת השמן של המנוע

א. כללי

1) מערכת השמן של המנוע כוללת 3 מערכות משנה נפרדות:
- מערכת הנעת הגנרטור.
- מערכת הפעלת התריסים
- מערכת הסיכה של המנוע.

כל שלוש המערכות ניזונות ממיכל אחד.

2) מיכל השמן

מיכל השמן מכיל 5.3 גלון שמן, והפתחים המוליכים אל המערכת השונות נמצאים בו בגובה שונה.
סידור זה מבטיח שבמקרה של נזילת שמן, ראשון יפסיק לפעול הגנרטור, אחריו התריסים, ורק לבסוף, עם אזילת כל השמן, תיפסק גם סיכת המיסבים. היציאה אל התריסים, והיא בלבד, מצוידת במיכל קטן לטיסה הפוכה, כך שבתמרונים רגילים של המטוס, לא תהיה פעולה בלתי מבוקרת של התריסים. המיכל לטיסה הפוכה מספיק ל-30 שנ׳ של טיסה הפוכה. מילוי מיכל השמן נעשה בלחץ מלמטה. בדיקת גובה השמן צריכה להיערך לא יאוחר מ-30 דקות לאחר כיבוי מנוע, כדי למנוע מדידה לא מדויקת של כמות השמן, עקב ירידת השמן לתיבות האביזרים.

הערה

בטיסה הפוכה תיפסק אספקת השמן למערכת הסיכה של המנוע, בשל אי-יכולתן של משאבות ההחזרה להחזיר שמן מהעוקות ומתיבות הממסרים.

3) משאבת השמן

משאבת השמן היא משאבה רוטטיבית כפולה.
השמן המסופק ע"י כל יחידה עובר לפני חלוקתו דרך מסנן. שמן המנוע משמש לסיכה, להפעלת תריסי המנוע ולפעולת מקבע הסיבובים. נזילת שמן ממקבע הסיבובים תגרום, קרוב לוודאי, לתקלה במערכת המקבע בלבד, בעוד שנזילה במערכת הפעלת התריסים עלולה לגרום לתקלה במערכת זו וביחידת מקבע הסיבובים. נזילת שמן במערכת הסיכה או במערכת ההחזרה תגרום לתקלה במקבע הסיבובים ובמערכת התריסים, ובסופו של דבר לתקלה במיסבי המנוע. לאחר חלוקת השמן לנקודות השונות במנוע, נאסף השמן ע"י שלוש משאבות החזרה, ועובר דרך מסנן, דרך מחלף חום אוויר-שמן ודרך שני מחלפי חום שמן-דלק וחזרה למיכל.
מערכת דיחוס שומרת על יחס נכון בין לחץ האוויר החיצוני לבין לחץ האוויר שבתוך עוקת המיסבים ובתוך תיבות הממסרים והמיכל, כדי להבטיח שימוש תקין של אטם השמן וכדי למנוע גרימת נזק למיכל ולעוקות עקב נסיקות והנמכות בשיעור גבוה.
השמן מסופק גם ישירות מהמיכל למקבע הסיבובים (CSD), בו הוא משמש הן לבקרה, הן כשמן הידרולי לוויסות מהירות הסיבובים של הגנרטור.

ב. <u>מערכת הנעת הגנרטור</u>

שמן המנוע משמש הן להנעת הגנרטור, הן לקירורו. המנוע מניע את הגנרטור בהנעה ישירה בת-שינוי. יחד עם הגנרטור מניע המנוע גם משאבה הידרולית המוסיפה לסיבובי הגנרטור או גורעת מהם בהתאם ללחץ המתקבל מהמשאבה. כיוון שלחץ היציאה של המשאבה מבוקר בקביעות ע"י מקבע הסיבובים (CSD), ישמור הגנרטור על סיבובים קבועים בכל סל"ד של המנוע.

ג. <u>מערכת השמן של הפעלת התריסים</u>

השמן להפעלת מערכת התריסים מתקבל ממיכל השמן באמצעות צינור גמיש אשר קצהו האחד נמצא בתוך מיכל פנימי. באמצעות צינור זה יכול השמן להישאב גם ב-G שלילי.

משאבה מיוחדה המקבלת את הנעתה מתיבת האביזרים האחורית, מעבירה שמן בלחץ לצילינדרים-המפעילים של התריסים לפי דרישה. לפתיחת התריסים, לחץ העבודה הוא 600 psi. בעוד שלסגירתם מגיע הלחץ עד כדי 4000 psi. במהירויות גבוהות אין לסגור מבער באופן פתאומי, כדי לא ליצור לחץ גבוה מדי בעת סגירת התריסים. תנועת התריסים נשלטת ע"י וסת המנוע. ארבעת הצילינדרים-המפעילים הם מטיפוס "נזיל", ומאפשרים קירור השמן העובר דרכם כל הזמן.

ד. <u>מערכת הסיכה של המנוע</u>

1) <u>כללי</u>

מערכת הסיכה של המנוע כוללת את המרכיבים הבאים:

- מיכל שמן
- משאבת סיכה ראשית המשמשת גם כמשאבה הידרולית.
- מסנן סיכה המשמש גם כמסנן הידרולי.
- שסתום הקלה למשדר הלחץ.
- נחיר סיכה.
- שסתום הקלה בכניסה של משאבת תריסי נחיר הפליטה.
- מסנן קו המילוי והניקוז של מיכל השמן.

2) <u>משאבת הסיכה הראשית</u>

משאבת הסיכה הראשית מקבלת את הנעתה מתיבת האביזרים האחורית ומספקת שמן בלחץ לשלושת המיסבים ולתיבות האביזרים. אין במערכת כל שסתומים ולחץ המשאבה מותנה ב-סל"ד, בטמפרטורת השמן ובמבנה המערכת.

לחץ המשאבה בכוח מלא הוא 30-60 psi על כל מנוע מסומן מה צריך להיות הלחץ המזערי בכוח מלא. הלחץ המזערי במהלך סרק הוא 12 psi. מהמיסבים זורם השמן לעוקות של תיבות האביזרים, שם הוא מצטבר, ומשם הוא מוחזר למיכל השמן ע"י שלוש משאבות החזרה (שתיים בחטיבת האביזרים האחורית ואחת בחטיבת האביזרים הקדמית). בדרכו למיכל עובר השמן דרך מקרן שמן-אויר ודרך שני מקרני שמן-דלק. הראשון מבין שני מקרני שמן-דלק מיועד לדלק המבער, והוא אפקטיבי רק בזמן פעולת המבער בעוד שהמקרן השני משמש את מערכת הדלק הרגילה.

3) <u>דיחוס</u>

במיכל השמן והעוקות נשמר לחץ אויר חיובי המגן עליהם מפני הקצפת השמן ועליות לחץ.

4) <u>מד-לחץ השמן</u>

חיווי לחץ השמן ניתן על-ידי מחוון לחץ כפול הנמצא על לוח החימוש של תא הטייס הקדמי. במחוון מצויים שני מחוגים (מס' 1 ומס' 2) האחד עבור המנוע השמאלי והשני עבור המנוע הימני.

המחוון מכויל בעשרות psi, ומשני צדיו רשום הלחץ שצריך להראות כל מנוע בכוח מלא.

ה. <u>מגבלות ותקלות של מערכת השמן</u>

1) תצרוכת השמן המותרת: 2 ליטר בשעה במשך השעתיים הראשונות של פעולת המנוע, וליטר אחד בשעה בכל שעה נוספת.

2) מחזור השמן מהיר מאוד, ולכן כל נזילת שמן מהמערכת עלולה לגרום ל-ירידה מהירה של לחץ השמן. בכל מקרה של תקלת גנרטור, יש לבדוק את לחץ השמן כדי לברר אם התקלה נגרמה בשל חוסר שמן.

ב-14. מערכת הדלק של המנוע

א. <u>כללי</u>

מערכות הדלק של שני המנועים נפרדות לחלוטין זו מזו, אך הן זהות באשר למרכיביהן. ניתן לחלק כל אחת לשתי תת-מערכות - מערכת הדלק הראשית (מנוע יבש) ומערכת של המבער האחורי. תיאור ה-מערכות מתחיל אחרי משאבות הלחץ הנמוך ונגמר במזרקי הדלק שבתאי השריפה.

ב. <u>מערכת הדלק הראשית - מנוע יבש</u>

מערכת הדלק הראשית מבקרת את ספיקת הדלק ל-מנוע בכל תחום הפעולה של המנוע, ומותאמת לכל מצב של מהירות, גובה ותנאי התפעול השונים. המערכת מוסחת כך שהיא מאפשרת פעולת מנוע יעילה ביותר בכל תנאי הטיסה. מער׳ הדלק הראשית של המנוע כוללת את המרכיבים העיקריים הבאים:

- משאבת דלק ראשית (ל"ג) ומסנן.
- וסת דלק ראשי.
- משדר מד-זרימת דלק.
- מצנן (מחלף חום) דלק-שמן.
- שסתום פילוג וניקוז.
- מזרקי דלק.

1) <u>משאבת הדלק הראשית (ל"ג)</u>

משאבת הלחץ הגבוה של מערכת הדלק הראשית נמצאת בחטיבת האביזרים ה-קדמית, בצד ימין של המנוע, ומונעת ע"י המנוע. תפקידה לספק דלק בלחץ גבוה לוסת המנוע. במשאבה קיימות שתי דרגות לחץ - דרגת הלחץ הנמוך הכוללת משאבה צנטריפוגלית, ודרגת הלחץ הגבוה הכוללת משאבת גלגלי שיניים. בין שתי הדרגות עובר הדלק דרך מסנן (בעל דרגת סינון של 20 מיקרון) ודרך מעבר עוקף במקרה שהמסנן נסתם.

כאשר הפרש הלחצים בין הכניסה ליציאה של המסנן עולה על 3 ± 25 psi, תידלק בתא הטייס מנורת אזהרה: "Check Fuel Filter". כאשר עולה הפרש הלחצים על 3 ± 33 psi, נפתח המעבר העוקף והדלק אינו עובר את המסנן.

<u>הערות</u>

א) אין מגבלת תפעול למטוס עם מנורה דולקת, אך יש לרשום זאת כתקלה בספר המטוס.

ב) לחץ הדלק ביציאה מהמשאבה בד"כ נמוך מ-500 psi. בלחץ של 1125 psi נפתח שסתום ללחץ-יתר, וב-1025 psi הוא נסגר.

ג) בתנאים קיצוניים מסוגלת המשאבה להעביר למעלה מ-400 ליב׳ בדקה.

2) <u>וסת דלק ראשי (וסת המנוע)</u>

א) <u>תיאור הווסת</u>

וסת הדלק של המנוע קובע את מהירות הסיבובים של המנוע ע"י ויסות זרימת הדלק. זהו מרכיב הידרו-מיכני שבו משמשים חלקים מיכניים שונים המסתייעים בלחצי סרוו של דלק, כדי להבטיח פעולת מנוע תקינה בתנאי התפעול השונים. פרט לשליטתו של הטייס על הווסת באמצעות המצערת, נשלט הווסת ע"י הגורמים הבאים:

(1) סל"ד המנוע.

(2) הלחץ ביציאה מהמדחס (אחרי הדרגה ה-17 - CDP).

(3) טמפרטורה חיצונית (בכונס האוויר - CIT).

(4) מצב להבי הסטטורים.

פעולת הווסת מתבטאת בכמות הדלק שהוא מעביר למנוע. כמות זו תלויה בשני דברים: בגודל פתח המקצב ו-בהפרש שבין הלחצים השוררים לפני המקצב ואחריו. מאחר שהפרש לחצים זה נשמר קבוע (55 psi), מוגבלת פעולת הווסת בהנעת המקצב, כלומר בשינוי גודל הפתח. כל כמות דלק מעל הכמות הקצובה חוזרת ל-משאבת הדלק הראשית דרך שסתום ההקלה שבווסת.

ב) <u>פעולת הווסת</u>

(1) <u>שמירה על הפרש לחצים קבוע (PSI 55)</u>

לפני ואחרי המקצב בכל מצבי ה-פעולה.

(2) <u>כוונון הווסת כדי להתאימו למשקל הסגולי של הדלק שבשימוש.</u> קיימת אפשרות לכייל את הווסת באופן מיכני בהתאם למשקל הסגולי של ה-דלק בין 0.72 ל-0.85. כיול זה חייב להיעשות מאחר שפעולת הווסת מתחשבת במשקל הדלק העובר דרכו. משקל הסגולי של הדלק הנמצא ב-שימוש ח"א הוא 0.79.

(3) <u>ברז לחץ גבוה</u>

ברז הלחץ הגבוה נמצא בתוך הווסת, אחרי המקצב. פתיחתו נעשית באופן מיכני, ע"י המצערת. עם סגירת ה-ברז (כאשר המצערת נמצאת במצב נמוך מ- 3° נפתח מעבר דלק עוקף לניקוז, כדי למנוע עליית לחץ פת-אומית בווסת.

(4) <u>זרימת דלק מזערית</u>

זרימת הדלק המזערית נקבעת ע"י המצערת כשזו במצב סרק וע"י לחץ הבעירה. סל"ד סרק עד גובה 35,000 רגל יהיה 65%. מעל גובה זה תישמר זרימת דלק מזערית של 225 ליב'/שעה, וסל"ד הסרק יעלה בהתאם (כדי למנוע כביית המנוע).

(5) <u>ויסות סל"ד הסרק ע"י טמפרטורת הפגיעה (CIT)</u>

בתנאים של טמפרטורת פגיעה גבוהה, יגביר הווסת את סל"ד הסרק של ה-מנוע כדי למנוע את כבייתו בטיסה מהירה. מעל טמפרטורה של 56° יחל סל"ד הסרק לעלות, והוא יגיע ל-100% בטמפרטורת פגיעה של 108°.

כדי להקטין את סל"ד המנוע, יש להוציא את המצערת מתחום המבער האחורי. הורדת דחף נוספת מתחת ליבש-מלא נעשית ע"י הכוונת נחיר הפליטה. עם הקטנת מהירות הטיסה קטנה גם טמפרטורת הפגיעה וסל"ד הסרק קטן.

בטמפרטורת פגיעה (CIT) נמוכה, קטן ה-סל"ד המירבי כדי למנוע עומס-יתר על המדחס. עם ירידת הטמפרטורה מתחת ל- $5 \pm 5^\circ C$ ועד $-54 \pm 5^\circ C$, קטנה מהירות הסיבובים ל- $90 \pm 0.5\%$.

(6) <u>שמירת סל"ד</u>

סל"ד המנוע (פרט לכוח מלא) נקבע ע"י מצב המצערת. משקלות המסתובבות ע"י המנוע, משפיעות על מצבו של המקצב. פעולת המשקלות נעשית כנגד כוח קפיץ שכוחו נקבע ע"י מצב המצערת. ה-סל"ד נקבע ע"י איזון בין הכוח הצנטריפוגלי של המשקלות לבין כוח הקפיץ, ונשמר בתחום זה.

(7) <u>ויסות כוח מלא (T2 Cut Back)</u>

כדי לשמור על טמפרטורה מירבית מיטבית קבועה (678°C), משתנה הסל"ד המירבי ע"י הווסת עם השתנות טמפרטורת

הכניסה למנוע. בטמפ' של 44°C יהיה הסל"ד המירבי 100%. עם ירידת הטמפ' ירד גם הסל"ד המירבי, ובטמפ' סטנד-רטית של 15°C, יהיה הסל"ד ב-97%. בטמפרטורה של 56°C- ירד הסל"ד ה-מירבי עד כדי 90.5%. הטמפרטורה ה-מירבית של המנוע תישאר קבועה עד ל-טמפרטורת כניסה של 10°-, ומטמפ' זו היא תחל לרדת. בטמפרטורת כניסה של 56°- תהיה הטמפרטורה המירבית של המנוע 580°C.

EGT °C	RPM (±1%)	OAT °C
533-564	90.5	-50
533-578	91.0	-45
540-588	91.5	-40
552-600	92.0	-35
564-610	92.5	-30
576-620	93.0	-25
588-634	93.5	-20
600-642	94.0	-15
614-654	94.5	-10
628-664	95.0	- 5
638-676	95.5	0
650-678	96.0	+ 5
661-678	96.5	+10
661-678	97.0	+15
661-678	97.5	+20
650-678	98.0	+25
642-670	98.5	+30
637-662	99.0	+35
637-656	99.5	+40
637-654	100.0	+45
637-654	100.0	+50

(8) האצת המנוע והתנעה

שיעור ההאצה המירבי של המנוע נקבע על-ידי הווסת כתלות בסל"ד המנוע, ב-לחץ הבעירה ובטמפרטורת הכניסה. בכל פתיחת מצערת פתאומית, יהיה קצב ה-האצה המירבי תלוי בגורמים אלה. תאוצת המנוע בתנאים ממוצעים ממהלך סרק ועד כוח מלא היא בת 3 שניות.

(9) האטת המנוע

שיעור ההאטה המירבי של המנוע נקבע ע"י הווסת כתלות בסל"ד המנוע ובלחץ הבעירה (CDP) בלבד. גם בסגירת מצערת מהירה יישמר קצב האטה רצוי של המנוע כדי למנוע כבייתו.

(10) ויסות זווית הפתיחה של ששת ה-סטטורים הנעים

זווית הפתיחה של ששת הסטטורים ה-נעים נקבעת ע"י יחידה הממוקמת בתוך וסת הדלק. יחידה זו מקבלת נתונים מסל"ד המנוע ומטמפרטורת הכניסה. הצילינדרים המפעילים את הסטטורים מונעים בכוח לחץ של משאבת הלחץ הגבוה. במהלך סרק נמצאים הסטטורים במצב סגור והם נפתחים עם פתיחת מצערת. ב-95% הם נמצאים במצב פתוח לגמרי.

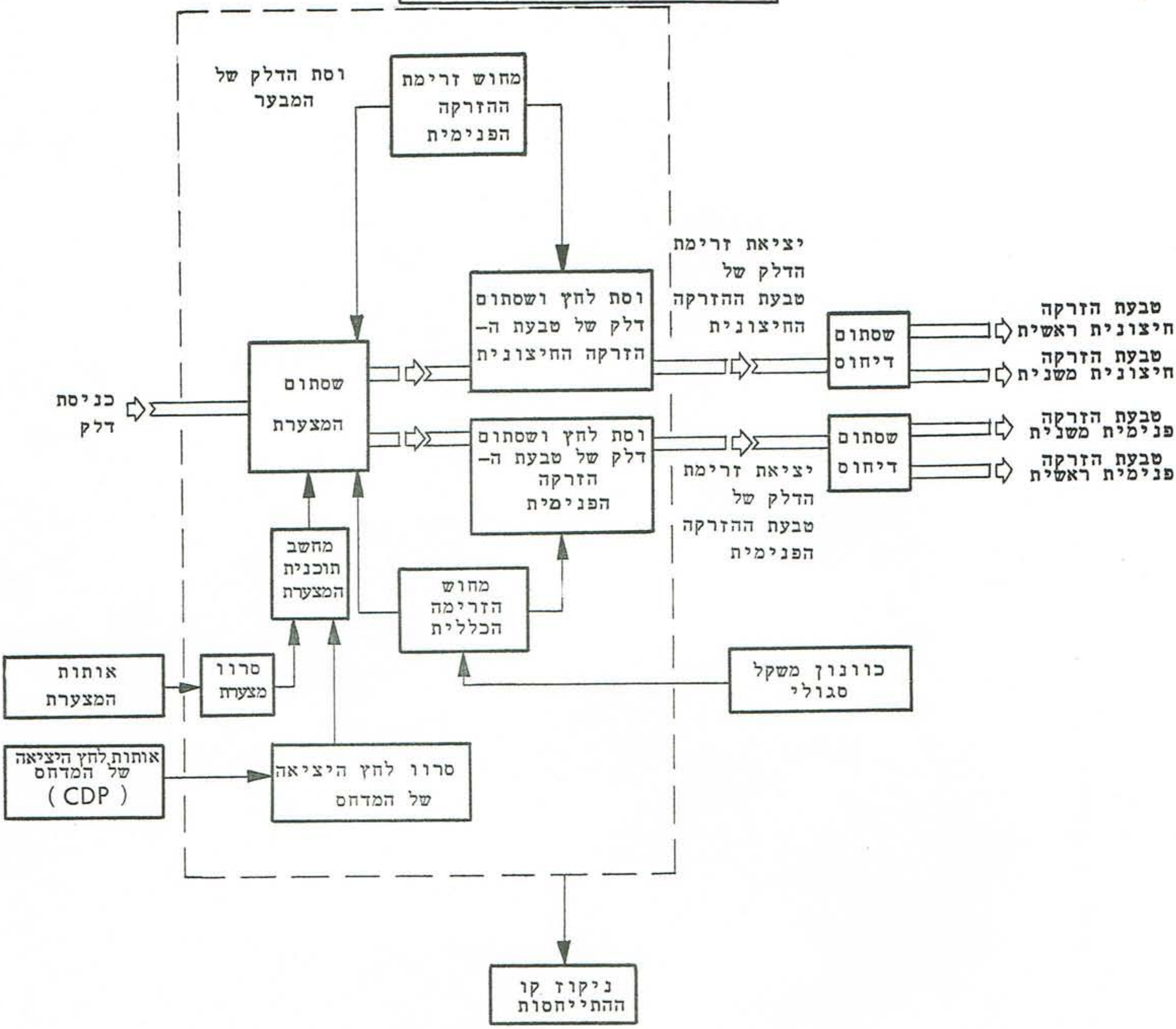
(11) ויסות הדלק כתלות בלחץ הבעירה (CDP LIMIT)

בטיסה בגובה נמוך או בטיסה במהירות גבוהה מופחתת זרימת הדלק למנוע ע"י מגביל לחץ הבעירה (CDP) שבווסת. הפחתת הזרימה מתחילה כאשר מגיע לחץ הבעירה ל- 4 ± 296 psi (כאשר הלחץ הנורמלי הוא 180 psi) והיא חלה ב-שיעור של 2.13 אחוזים על כל ליברה של לחץ-יתר. הזרימה יכולה לקטון עד 2 ± 36 אחוזים וסל"ד המנוע קטן בהתאם עד 85% בקירוב.

(12) פעולות נוספות המבוצעות ע"י הווסת

כאשר המצערת במצב מבער וסל"ד ה-מנוע מעל 88.5%, יאפשר הווסת מעבר דלק למצת. לאחר הצתתו ימשיך המבער בפעולה, פרט אם ירד הסל"ד מתחת ל-82.5%.

דיאגרמה מלבנית של וסת המנוע



ג) <u>הגורמים המשפיעים על פעולת הווסת</u>

1) <u>גורמים חיצוניים הנכנסים לווסת</u>

(א) מצב מצערת.

(ב) סל"ד.

(ג) טמפרטורת הפגיעה (CIT).

(ד) לחץ בעירה אחרי המדחס (CDP).

(ה) היזון חוזר של מצב הסטטורים הנעים.

2) <u>גורמים היוצאים מהווסת</u>

(א) דלק קצוב למזרקים.

(ב) פקודת פתיחה למבער האחורי.

(ג) פקודת תנועה לסטטורים

ג. <u>מערכת הדלק של המבער האחורי</u>

1) <u>כללי</u>

מערכת הדלק של המבער האחורי מתפצלת ממערכת הדלק הראשי של המטוס. תפקידה להזריק כמות דלק נוספת לתוך הגזים החמים היוצאים מהמבער כדי להגדיל את כוח הדחף. המרכיבים העיקריים של מערכת המבער ה–אחורי הם:

א) משאבת דלק המבער.

ב) וסת דלק המבער.

ג) שסתום לפיד ההצתה.

ד) לפיד הצתה.

ה) שסתום דיחוס דלק המבער.

ו) סעפות דלק המבער וצינורות ריסוס (מזרק

הצתת המבער נעשית ע"י מערכת הצתה נפרדת, המפעילה מצת מיוחד הפועל ברציפות כל זמן פעולת המבער.

2) משאבת דלק המבער האחורי

משאבת דלק המבער נמצאת בתיבת ה-אביזרים הקדמית, ופועלת כל זמן ש-המנוע פועל. כניסת הדלק למשאבה מבוקרת ע"י שסתום הנפתח בלחץ סרוו של דלק המתקבל מווסת המנוע. פתיחת השסתום מותנית במינימום של 88.5% סל"ד מנוע ובהצבת מצערת במצב מבער. זוהי משאבה צנטריפוגלית המונעת ע"י המנוע ומסוגלת לספק 33,000 ליב׳ שעה בכוח מלא. הדלק מהמשאבה עובר דרך מסנן ושסתום חד-כיווני לווסת המבער.

3) וסת המבער האחורי

וסת המבער האחורי קשור באופן מיכני לווסת הדלק הראשי באמצעות כבל טלפלקס. כל תנועה של המצערת מזיזה את הכבל של וסת הדלק הראשי ובהמשך את הכבל של וסת המבער האחורי.

וסת המבער האחורי מווסת את זרימת ה-דלק למבער בהתאם למצב המצערת ול-לחץ הבעירה.

כמו-כן, מחלק הווסת את זרימת הדלק לסעפות הראשוניות והראשיות בהתאם לכמות הדלק העוברת דרכו. הוא משנה את ספיקת הדלק בין המינימום הדרוש לפעולת המבער האחורי לבין כמות ה-דלק המירבית המותרת לטיסה.

הווסת פועל בלחץ סרוו של הדלק, ו-ויסות הדלק נעשה ע"י פתיחה וסגירה של המקצב.

אופן פעולת הווסת

א) במבער מופחת - פועלות הסעפות הראשוניות בלבד.

ב) פתיחת המקצב - נעשית על-פי תנועת המצערת ולחץ הבעירה. ככל שגדל לחץ הבעירה נפתח יותר המקצב ומאפשר מעבר גדול יותר לדלק לשמירת תערובת קבועה.

ג) כאשר הפרש הלחצים בין הלחץ לפני ה-מבער ואחריו גבוה מ-40 psi נפתחת הכניסה לסעפות הראשיות. סעפות אלו מאפשרות מעבר לכמות גדולה יותר של דלק ואינן מתחשבות בלחץ הבעירה, אלא רק במצב המצערת.

ד) ספיקת הדלק המזערית של וסת המבער היא כ-3000 ליב׳/שעה.

ה) ספיקת הדלק המירבית של הווסת משתנה בהתאם לצפיפות האוויר ולמהירות הטיסה. הספיקה המירבית עלולה להגיע עד 25,000 ליב׳/שעה.

4) לפיד ההצתה ושסתום לפיד ההצתה

לפיד ההצתה נמצא קרוב למרכז הזרימה כך שהוא מזריק את האש לכיוון סעפות ההזרקה. בזמן פעולת המבער מקבל הלפיד אספקה קבועה של דלק מווסת המנוע, אוויר מהדרגה ה-17 של המדחס וחשמל להצתה, כך שמובט-חת רציפות הלהבה.

בקרת הדלק ללפיד ההצתה נעשית ע"י שסתום המאפשר מעבר דלק רק כשיש לחץ אחרי משאבת המבער. המצת החשמלי פועל כל זמן שהמצערת במצב מבער וה-סל"ד גבוה מ-88.5%. אוויר מגיע ללפיד במשך כל זמן פעולת המנוע.

5) סעפות הדלק

ארבע סעפות דלק טבעתיות מובילות את הדלק ל-21 מזרקים. הסעפות הן: סעפת ראשונית חיצונית, סעפת ראשונית פנימית, סעפת ראשית חיצונית וסעפת ראשית פנימית (ציור).

21 מזרקי הדלק הכוללים נחירי הזרקה רבים, מסודרים במרחקים שווים זה מזה, במעגל סביב המבער האחורי. לכל מזרק ארבעה

צינורות - אחד לכל סעפת - וחורים בצדיו לריסוס הדלק לתוך הגזים ה-נפלטים.

6) <u>שסתום הדיחוס</u>

שסתום הדיחוס נמצא מאחורי הווסת ותפקידו לחלק את הדלק לסעפות. השסתום מורכב מארבעה שסתומים הנפתחים בזה-אחר-זה ומבטיחים ש-הדלק יגיע לסעפות בלחץ המונע הת-אדותו לפני ההזרקה. עם העברת ה-מצערת למצב מבער-אחורי, מכוון שסתום הדיחוס את הדלק לסעפת ה-ראשונית פנימית. הזזה נוספת של ה-מצערת לפנים מכוונת את הדלק לסעפת הראשית-פנימית המצטרפת לקודמתה באספקת דלק למבער האחורי. כאשר מעבירים את המצערת הלאה לפנים מכוון שסתום הדיחוס את הדלק לסעפת הראשונית-חיצונית, ובסוף מהלך ה-מצערת מצטרפת גם הסעפת הראשית חיצונית לשלוש קודמותיה באספקת דלק לנחירי המזרקים. מצב אחרון זה מבטיח פעולת מבער מלא.

7) <u>סדר הפעולות עם הצתת מבער</u>

א) פתיחת מצערת.

ב) עליית סל"ד מעל 88.5%.

ג) התקבלה פקודה מווסת המנוע היבש לפתיחת השסתום המוביל דלק ל-משאבת המבער.

ד) במקביל, התקבלה פקודת הצתה למצת המבער מווסת המנוע היבש.

ה) הזרמת דלק בלחץ ממשאבת המבער, דרך וסת המבער למזרקים.

ו) פתיחת שסתום קרקר לדלק ללפיד ההצתה ע"י לחץ חוזר ממשאבת המבער.

ב-15. מערכת הפעלת התריסים

א. <u>כללי</u>

תריסי צינור הפליטה מונעים ע"י צילינדרים-מפ-עילים העוברים בלחץ שמן של המנוע. הצילינדרים מבוקרים ע"י וסת מיוחד המשפיע ישירות על ה-משאבה המספקת את הלחץ הדרוש לסגירת התריסים.

ב. <u>וסת התריסים</u>

וסת התריסים המותקן במנוע מספק את השירותים הבאים:

1) הוא מגביל את טמפרטורת הפליטה במנוע יבש ובמבער לערכים קבועים מראש - וזאת ע"י שינוי מצב התריסים ושינוי הלחץ אחרי הטורבינה.

2) הוא מקנה טמפרטורה אידיאלית מתוכננת מראש לכל סל"ד מנוע, דבר המאפשר קבלת ביצועי מנוע מירביים בכל תחום מהלך המצערת במנוע יבש.

3) הוא "חוזה" שינויים אפשריים בטמפרטורת הפליטה ומפעיל את התריסים בעוד מועד למניעת תנודות טמפרטורה גדולות ומעבר המגבלה.

4) כאשר המבער האחורי מופעל ווסת המנוע נמצא בתחום "הגבלת לחץ הבעירה", נפ-תחים התריסים וגורמים לירידת הטמפרטורה עד 600°C .

הווסת מקבל נתונים משלושה גורמים:

- תנועת המצערת.
- מגבר הטמפרטורה.
- מצב התריסים.

1) <u>תנועת המצערת</u> - התנועה מועברת מווסת המנוע באמצעות כבל.

2) <u>מגבר הטמפרטורה</u>

מגבר הטמפרטורה מספק את נתוני מגבלות הטמפרטורה ותוכניתה באופן אלקטרוני. המגבר משדר אותות אלקטרוניים על המצב המתאים של התריסים. האותות מתקבלים לאחר חישוב ארבעה נתונים הנכנסים

למגבר:

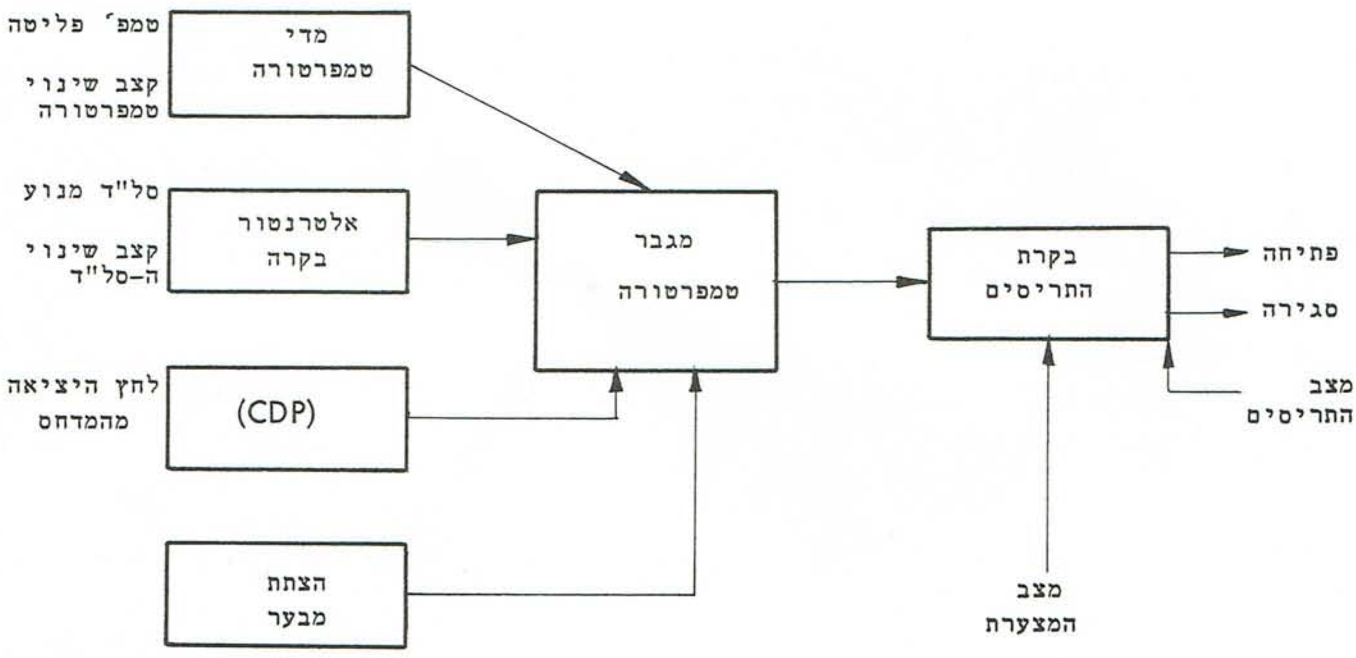
- טמפ' הפליטה
- קצב שינוי טמפ' הפליטה

המסופקים ע"י מדי חום הנמצאים בצינור הפליטה.

- סל"ד המנוע
- קצב שינוי סל"ד המנוע

המסופקים ע"י אלטר-נטור הבקרה שבתיבת האביזרים הקדמית.

<u>דיאגרמה מלבנית של וסת התריסים</u>



3) מצב התריסים

על לוח המכשירים מותקנים שני מחווני מצב תריסים - אחד לכל מנוע - המראים את מצבם היחסי של התריסים. טווח החיווי מפתוח עד סגור מחולק לארבעה חלקים - סימן בכל 1/4 מהלך.

פתיחת התריסים בהצתת מבער היא הסימן היחידי לפעולתו התקינה של המבער. לתנאי הפעולה השונים של המנוע מתאימים המצבים הבאים:

א) מהלך סרק... $\frac{3}{4}$ עד 7/8 (מצב יציב)
ב) 75% סל"ד.. $\frac{1}{2}$ (מצב יציב)
ג) כוח מלא.... 1/4 עד 3/8 (משתנה בהתאם למד הטמפ׳).
ד) מבער מופחת.. $\frac{1}{2}$ (משתנה בהתאם למד הטמפ׳).
ה) מבער מלא.... $\frac{3}{4}$ עד 7/8 (משתנה בהתאם למד הטמפ׳).
ו) סל"ד גבוה -- סגירת התריסים.
ז) סל"ד נמוך -- פתיחת התריסים.
ח) הצתת מבער -- פתיחת התריסים.

ב-16. בקרות המנוע

א. מפסק ראשי של המנוע

מפסקי המנוע הראשיים, אחד לכל מנוע, נמצאים בלוח הבקרה של המנועים, ימינה למצערות, בצד שמאל של תא הטייס הקדמי. הצבת המפסק במצב ON גורמת לאספקת מתח למשאבות ההגבר ול-משאבות העברה, אם המטוס מחובר למתח חילו-פין.

אם המטוס אינו מחובר למתח חילופין, הצבת אחד המפסקים במצב ON תגרום לחיבור מצבר המטוס לקו הצבירה הראשי של 28 וולט. זרם החשמל משמש לאחר-מכן להפעלה של ברזי הדלק ושל מערכות הצתת המנוע.

המערכות הקשורות לברזי הדלק, המופעלות ע"י המצערות הן כאלו, שכאשר המפסק הראשי של אותו מנוע נמצא במצב חדל (OFF), נסגר ברז הדלק שלו מבלי שיובא בחשבון מצב המצערת.

ב. מתג ההתנעה

מתג ההתנעה נמצא בלוח בקרת המנוע של תא הטייס הקדמי הנמצא ימינה למצערות. זהו מתג היסט בעל שלושת המצבים: L (שמאל), R (ימין) ומצב ניטרלי. המתג חוזר בעצמו למצב ניטרלי בכוח קפיץ. כאשר פועלים במוד התנעה פירוטכנית, תגרום הצבת ה-מתג במצב ימני או שמאלי להצתת כדור ההתנעה. כאשר פועלים במוד התנעה פנימטית, מופעלת עגלת ההתנעה ע"י המכונאים ואין צורך כלל להפעיל את מתג ההתנעה.

ג. כפתור ההצתה

על כל אחת מהמצערות של תא-הטייס הקדמי נמצא כפתור הצתה המסומן בכתובת IGN. לחיצה על כפתור ההצתה גורמת ליצירת ניצוצות ואלה מדליקים את תערובת הדלק והאוויר בעת שמזיזים את המצערות ממצב חדל (OFF) למצב סרק (IDLE). הניצוצות נוצרים רק בעת שלוחצים על כפתורי ההצתה.

ד. המצערות

המצערות, אחת לכל מנוע, נמצאות במדף שמאל של תא-הטייס (קדמי ואחורי). תנועת המצערת מועברת באמצעות מערכת חיבורים מיכניים לווסת הדלק של המנוע. וסת הדלק של המנוע כולל משאבת הגבר המפחיתה את המאמץ הנדרש מהטייס להזזת המצערת. כוח ההגבר מתקבל ממשאבת דלק המונעת ע"י המנוע.

כבלי טלפלקס היוצאים מווסת הדלק של המנוע קשורים לווסת תריסי נחיר הפליטה של המנוע ול-ווסת הדלק של המבער, כך שספיקת הדלק למנוע ומצב התריסים תואמים את פעולת המנוע בכל תחום תפעולו.

ידית חיכוך המצערת נמצאת בין שתי המצערות ו-מאפשרת ויסות חיכוך המצערות בהתאם לצורך.

בשני קצות מהלך המצערת מצויים מתגים המבקרים את ברזי הדלק הראשיים באופן הבא:

הזזת המצערת ממצב "חדל" (OFF) למצב סרק (IDLE) (כשהמפסק הראשי של המנוע במצב ON) מפעילה מתג חשמלי הפותח את ברז הדלק של אותו המנוע. קידום נוסף של המצערת ממצב סרק למצב

MIL (כוח מלא יבש) מגביר את כוח הדחף של ה-מנוע יחסית למצב המצערת. במצב MIL מייצר ה-מנוע את הכוח הנקוב של מנוע יבש מלא.
את המבער האחורי מפעילים ע"י הסטת המצערת שמאלה ודחיפתה קדימה מעבר למצב MIL. כאשר מזיזים את המצערות ממצב מבער מופחת (מינימום) למצב מבער מלא (מכסימום), עולה כוח דחף המנוע באופן חלק והדרגתי.
הזזת המצערת ממצב סרק (IDLE) למצב חדל (OFF) מפעילה מתג הסוגר את ברז הדלק, וזה מפסיק את זרימת הדלק למנוע.
את המצערת יש להפעיל באופן הבא: כדי להזיז אותה ממצב חדל (OFF) למצב סרק (IDLE) - עליך להזיז את המצערת ישר לפנים.
כדי לעבור מכוח מלא יבש (MIL) למבער מלא (MAX), דחף את המצערת תחילה שמאלה אל תחום המבער האחורי, ולאחר-מכן קדימה, להגברת כוח המבער.

הערה

המצערות שבתא הטייס הקדמי מצוידות בתפס הרמה המאפשר מעבר מהיר למצב סרק, מבלי להסתכן בכיבוי המנוע. את התפס, הנמצא בצידה הקדמי של המצערת, יש להרים בתא-הטייס הקדמי לפני שניתן יהיה למשוך את המצערות אחורה למצב חדל.

מצערות התא האחורי מחוברות למצערות התא ה-קדמי כך שרק הטייס יוכל להתניע את המנועים או להזיז את המצערות לתחום המבער האחורי. ניתן להזיז את המצערות של התא האחורי ממצב חדל (OFF) ללא עזרת הטייס שבמושב הקדמי. במצערות התא האחורי ניתן לשלוט על סל"ד ה-מנוע בכל תחום תפעולו כולל מבער (בתנאי שהטייס יעביר את המצערות לתחום המבער האחורי). את ה-מצערות של התא האחורי ניתן למשוך אחורה ממצב מבער מלא (MAX) למצב סרק (IDLE), אך המעבר למצב חדל (OFF) חייב להיעשות מהתא הקדמי. מצערות התא האחורי כוללות, כל-אחת, התקן להגבלת עומס, כדי למנוע נזק לכבל הטלפלקס, במקרה שמופעלים כוחות מנוגדים בין מצערות התא הקדמי למצערות התא האחורי. בו-זמנית, כאשר מופעל כוח של 55 עד 100 ליב׳ על מצערות התא האחורי (המתנגד למצערות התא הקדמי) בין ב-דחיפה ובין במשיכה, ניתקות מצערות התא האחורי ממערכות המצערות של גוף המטוס. במצב זה ניתן להגביל את תחום המבער המלא.
את מצערות התא האחורי ניתן להחזיר לפעולה ע"י העברה מצערות התא הקדמי עד לעצר פעולת סרק או לעצר של כוח מלא יבש (MIL) והזזת מצערות התא האחורי בכיוון נגדי לכיוון שבו מתהווה ה-ניתוק. למצערות התא האחורי אין כפתורי הצתה ואף לא מתגים להפעלת אורות הנחיתה וההסעה כמו ב- RF. עם זאת, על המצערת הפנימית (הימנית) מצוי כפתור מיקרופון ומתג להפעלת מעצורי ה-אוויר.

אזהרה! אם מחזיקים את מצערות התא האחורי, או שהן נתפסות, ייתכן מצב שבו לא יוכל הטייס להפעיל את המצערות מפני הכוח העצום הדרוש לניתוק מצערות התא האחורי.

הערות

1) את פעולת המבער האחורי ניתן להפסיק מהתא האחורי גם-כן, אך לשם כך יהיה על יושב התא האחורי לתת למצערות התא האחורי משיכה חזקה (10 עד 15 פאונדים) כדי להוציא את מצערות התא הקדמי מעצר המבער האחורי.
2) כדי למנוע אפשרות של פעולה מיכנית פנימית, חבר יחדיו את המצערות טרם שתמשוך אותן למצב חדל (OFF).

ב-17. מחווני המנוע

א. מד-סל"ד המנוע

לכל מנוע קיים מד-סל"ד המורכב בצד ימין של לוח המכשירים הראשי, הן בתא הקדמי, הן בתא האחורי. המערכת כולה כוללת 4 מחווני סל"ד מנוע ושני גנרטורים מד-סל"ד (אחד לכל מנוע). המערכת עצמאית, ואינה זקוקה לכל מקור מתח חיצוני. כל מחוון כולל שני מחוגים: מחוג גדול המציין את סל"ד המנוע באחוזים מ-"0" עד 100%, ומחוג קטן המסתובב בתוך לוח שנתות נפרד, המציין את סל"ד המנוע באחוזים מ-"0" עד "10".

ב. מד-טמפרטורת גזי הפליטה

מחווני טמפרטורת גזי הפליטה של המנועים מורכבים על לוח המכשירים הקדמי. בכל מחוון שני מחוגים: מחוג גדול הסובב בתחום של 0 עד 12 שנתות ה-מציינים כל אחד 100 מעלות צלזיוס, ומחוג קטן, המסתובב בתוך לוח שנתות נפרד מ-"0" עד "10" המציינים כל אחד 10 מעלות צלזיוס.

המערכת מציינת את טמפרטורת גזי הפליטה ביציאה מהטורבינה בזמן שהמנוע פועל. בכל מנוע מותקנים 12 צמדים תרמיים כפולי לולאה. במטוסים מדגם F-4 D/E מופעלים המחוונים ע"י פס הצבירה ה-עיקרי לזרם חילופין של 115 וולט, כשפס-צבירה זה מופעל. כאשר פס הצבירה העיקרי של 115 וולט ז"ח אינו מופעל, המחוונים מקבלים מתח מ-מהפך המופעל ע"י פס הצבירה העיקרי של 28 וולט ז"י. בכל שאר דגמי המטוסים מקבלים המחוונים מתח מהמהפך בלבד. כאשר מתניעים בשאר דגמי המטוסים על מצבר, מקבל בכל זאת הטייס חיווי של טמפרטורת גזי הפליטה.

ג. מדי הלחץ של המנועים

(ראה סעיף הדן במערכת השמן של המנוע).

ד. מחווני מצב תריסי נחירי הפליטה

(ראה סעיף הדן במערכת התריסים של המנוע).

ב-18. התנעת המנוע

התנעת המנוע יכולה להיעשות בשלושה אופנים:

א. ע"י לחץ אוויר חיצוני.

ב. ע"י כדור פירוטכני.

ג. ע"י סיבוב המדחס בכוח זרימת האוויר.

המנוע הוא טורבינת אוויר הנמצאת בחטיבת האביזרים הקדמית. כל מנוע מותנע בנפרד ואינו תלוי במנוע השני. ההתנעה יכולה להתבצע על מתח חיצוני או על מצבר פנימי. לחץ האוויר הרגיל להתנעה פנימטית הוא 28 psi.

א. התנעה פנימטית ומתח חיצוני

1) מפסקי מנוע -- במצב ON.

2) הפעלת אוויר ע"י המכונאי.

3) ב-10% סל"ד -- פתיחת ברז ל"ג ע"י העברת המצערת לסרק תוך-כדי לחיצה על כפתור ההצתה. ברז ל"נ נפתח במקביל ו-מעביר דלק לזרימה הראשונית והצתה.

4) עם תפיסת הלהבה - הטמפרטורה עולה ויש לעזוב את כפתור ההצתה.

5) בין 35 ל-45% סל"ד -- טורבינת ההתנעה ניתקת מהמדחס באופן מיכני.

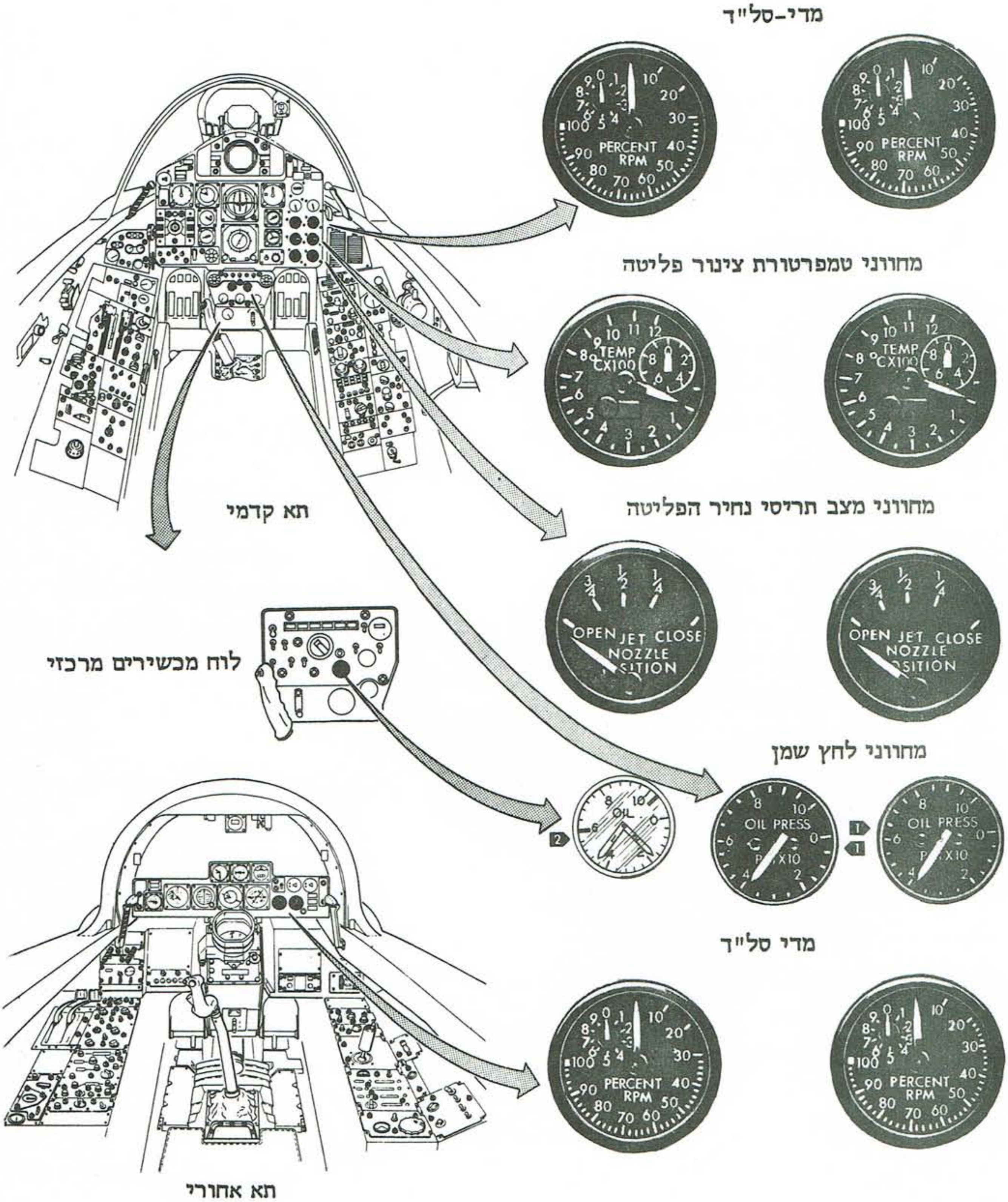
6) ב-30% סל"ד מופסקת זרימת האוויר ע"י המכונאי. הסל"ד ממשיך לעלות בהדרגה עד למהלך סרק (65%).

ההתנעה נמשכת 45 עד 60 שניות

ב. התנעה ע"י כדור פירוטכני ומתח פנימי

1) פתיחת מתג המנוע.

2) הפעלת מתג ההתנעה לכיוון המנוע המיועד להתנעה, תוך-כדי פתיחת המצערת ולחיצה על כפתור ההצתה.


מדי-סל"ד
PERCENT RPM
מחווני טמפרטורת צינור פליטה
TEMP CX100
תא קדמי
מחווני מצב תריסי נחיר הפליטה
OPEN JET CLOSE
NOZZLE POSITION
לוח מכשירים מרכזי
מחווני לחץ שמן
OIL
OIL PRESS
PSI X10
מדי סל"ד
PERCENT RPM
תא אחורי

הערה

בהתנעה ע"י כדורים פירוטכניים, אין לבצע יותר משתי התנעות במשך 5 דקות לכל שעה. אם משלבים התנעות פירוטכניות עם התנעות פנימטיות, מספר ההתנעות הכללי מוגבל לשלוש בכל 15 דקות, ויש לשמור על המגבלה הראשונה.

ג. התנעה באוויר

התנעה באוויר יכולה להתבצע במעטפת רחבה כמפורט בציור.... ויש לעשותה במהירות גלישה של 250 קשר.

כדי לבצע התנעה באוויר, יש לעשות את הפעולות הבאות:

1) להעביר מצערת למהלך סרק.
2) ללחוץ על כפתור ההצתה. עם עליית הטמפ׳, יש לעזוב את כפתור ההצתה.
3) כל הפעולות מבוצעות במהירות גבוהה יותר.

התנעה באוויר אורכת פי 15 עד 20 שניות

ב-19. מגבלות המנוע

א. דלק

משקל סגולי: 0.72 עד 0.85.

ב. שמן

סוג: שמן סינטטי, סימול אמריקני MIL-L-7808

ג. לחץ שמן

1) בהתנעה: עלייה כלשהי בלחץ.
2) מהלך-סרק: 12 psi.
3) מנוע מלא: 35 עד 60psi.

ד. צריכת שמן

1) בטיסה עד שעתיים: 2 ליטר-שעה.
2) בטיסה מעל שעתיים: 1 ליטר-שעה.

ה. טמפרטורת צינור פליטה

1) בהתנעה: 705° (מגבלה תפעולית).
2) במנוע עם מבער מלא:
678° (פעולה קבועה).
750° (במשך "3 בלבד).

ו. סל"ד

1) סל"ד סרק: 1.0 ± 65%.
2) מנוע יבש/מבער: 0.5 ± 100%.
3) סל"ד גבוה מותר על הקרקע: 103% (מחייב רישום תקלה).
4) סל"ד גבוה מותר באוויר: 102% (מחייב רישום תקלה).

ז. מגבלות מבער אחורי

1) ירידת סל"ד בהצתת מבער: עד 87%, 12 שניות מכסימום לחזרה.
2) הצתת מבער: זמן מירבי -- 2 שניות (משתנה בתנאי טיסה וטמפרטורה שונים).

ח. תנועות מצערת חריפות

בתפעול המטוס עם שימוש מכסימלי באוויר המדחס (מדפים מטה ודיחוס תא), בטמפרטורה חיצונית מתחת ל-37°-, תנועות מצערת חריפות עלולות לגרום להזדקרות מדחס.

פתיחת מצערת למבער מלא יכולה לגרום להינתקות הלהבה ולכביית המנוע.

במקרה של צורך בפתיחה למבער מלא, יש לפתוח תחילה למבער מופחת ולחכות עד להתייצבות הסל"ד והטמפרטורה לפני הפתיחה למבער מלא.

הדבר אמור גם לגבי טיסה בגובה רב עם שימוש במדפים.

ט. מנוע מלא - מגבלת זמן

המנוע מוגבל ל-30 דקות טיסה במנוע יבש-מלא ו/או במבער, מתחת לגובה 35,000 רגל.

י. סגירת מבער הדרגתית

בתחום טיסה מעל 1.3 מאך בגובה 10,000 ר׳ ומעל 2 מאך בגובה 42,000 ר׳, יש לסגור מבער בהדרגה,

למניעת סגירה פתאומית של התריסים במהירות גבוהה ועליית לחץ פתאומית אחרי הטורבינה. התחום המדויק מפורט במעטפת המנוע.

יא. מגבלות עומס

בשל כמות השמן המוגבלת לפעולת התריסים ב-G שלילי או באפס-G , המטוס מוגבל ל:

1) טיסה ב-G שלילי -- 30 שניות.

2) טיסה באפס G -- 10 שניות.

יב. מעל גובה 10,000 ר׳ ומתחת למהירות מכשירית של 150 קשר, קיים חשש לכביית מנוע או להזדקרות מדחס בתפעול המטוס ובהחלקות.

יג. ירי תותחים

ירי בתותחים במהירות קטנה מ-200 קשר בגבהים מעל 30,000 רגל יכול לגרום להזדקרות מדחס או לכביית מנוע.



פרק ג

מערכת הדלק

ג-1. תיאור כללי

מערכת הדלק של המטוס מחולקת למערכת דלק פנימי ולמערכת דלק חיצוני. מערכת הדלק הפנימי כוללת את מיכלי הגוף (7 במספר), בעוד שמערכת הדלק החיצוני כוללת שלושה מיכלים נתיקים - שניים מתחת לכנפיים בנקודות תלייה חיצוניות ואחד מתחת לגחון.

ניתן לתדלק בלחץ את המיכלים, כולל המיכלים הנתיקים, דרך פתח תדלוק אחד. על הקרקע, נעשה התדלוק בלחץ דרך פתח הנמצא בגחון המטוס, בעוד שבאוויר הוא נעשה דרך פתח התדלוק באוויר הנמצא על גב המטוס, מאחורי תאי הטייסים. את המיכלים הנתיקים בלבד ניתן למלא גם בכובד.

ג-2. מיכלים

א. מיכלי גוף

בגוף מותקנים שבעה מיכלים המסודרים לאורכו בזה-אחר-זה, מעל שני המנועים, כאשר מיכל מספר 1 נמצא מאחורי תא הטייסים ומיכל מס' 7 מאחור. המיכלים עשויים גומי וממולאים בחומר ספוגי. בהיותם מלאים הם מכילים יחד כמות של 8,110 ליב' דלק.

המיכל המזין את 2 המנועים הוא מיכל מס' 1, אליו מגיע הדלק משאר המיכלים. במיכל זה מותקנות 2 משאבות הגבר היוצרות את לחץ הדלק הנמוך. במיכלים 6 ו-4 מותקנות משאבות העברה (שתיים בכל מיכל - אחת הידרולית ואחת חשמלית) לשם העברת הדלק למיכלים 2 ו-1.

המיכלים מסודרים כך שמיכל מס' 1 נמצא מאחורי החציץ האחורי של תא-הטייס האחורי.

במטוסים מסידרה 68-495 ומעלה, מיכלי הגוף נאטמים עצמית.

מיכלים 2 עד 6 מסודרים כך שהעברת הדלק למיכל 1 נעשית בכובד (למעט 1500 ליב'), במקרה שמשאבות ההעברה תפסקנה לפעולה. מיכלים 1, 2, ו-4 מצוידים בשסתומי מדף חד כיווניים המונעים זרימת דלק הפוכה דרך המיכלים במצבי אף גבוהים. חציו התחתון של מיכל מס' 1 מאפשר כליאת הדלק בטיסה הפוכה, הודות לשסתומים חד-כיווניים. גובה הדלק במיכלים מס' 1 ו-2 נשמר ע"י שסתומי מצוף המותקנים בכניסה למיכלים אלה.

<u>פעולת שסתומי המצוף</u> (ראה ציור ....)

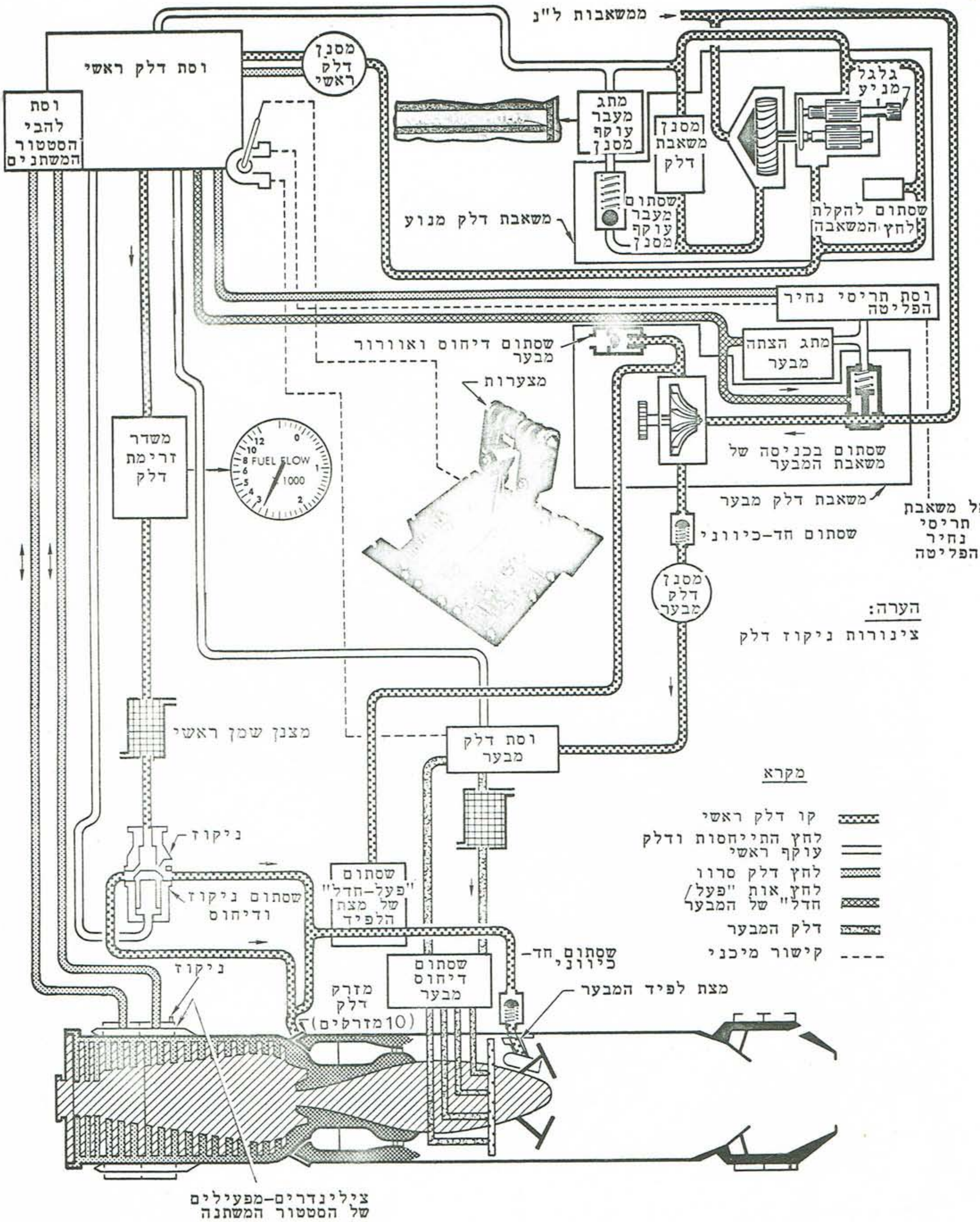
שסתום הכניסה מבוקר ע"י 4 מצופים הסוגרים ופותחים 4 שסתומי ניהוג. כאשר יורד גובה פני הדלק במיכלים 2 ו-1 ל-200 ± 1960 ליב' (JP -4) נפתחים שסתומי הניהוג ומאפשרים כניסת דלק או אוויר בלחץ לתוך המיכל. כדי לפתוח את שסתום הכניסה, על הלחץ להתגבר על קפיץ. אם שסתום הכניסה אינו נפתח בעת שגובה פני הדלק במיכלים 1 ו-2 מגיע ל-200 ± 1800 ליב' (JP-4) נדלקות הנוריות TANK 7 FUEL ו- FUEL LEVEL LOW בלוח האזהרות כדי להזהיר את הטייס שמיכל מס' 7 אינו מעביר.

<u>מיכל מס' 7</u>

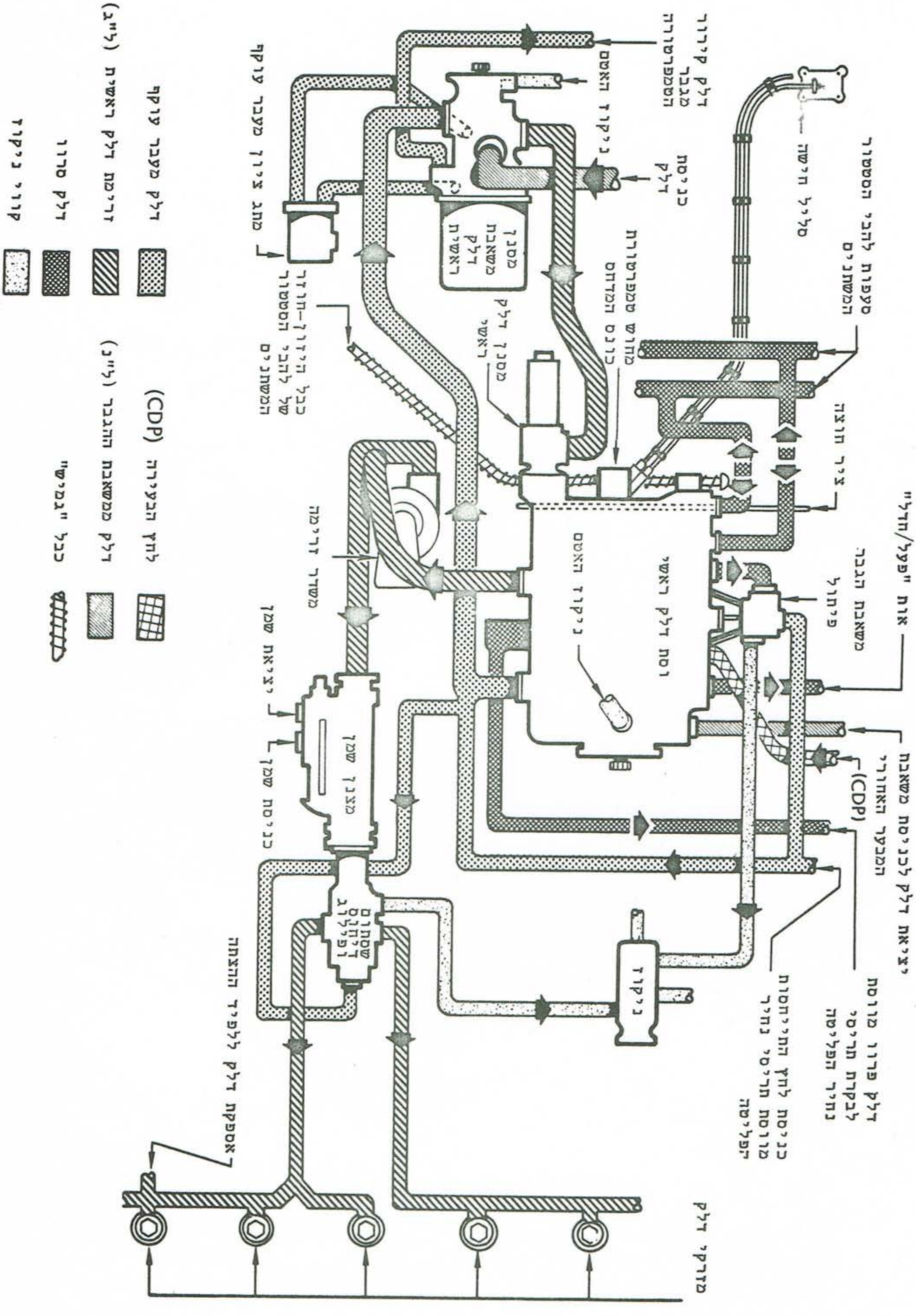
מיכל מס' 7 מזין בכובד את מיכל מס' 6 (משם עובר הדלק למיכלים 1 ו-2). פתח מיכל זה נפתח רק כאשר הדלק במיכלים 1 + 2 יורד מתחת לגובה של 200 ± 1800 ליב' (ראה סעיף ג-4 "העברת מיכלי גוף").

ב. מיכלי כנף אינטגרליים

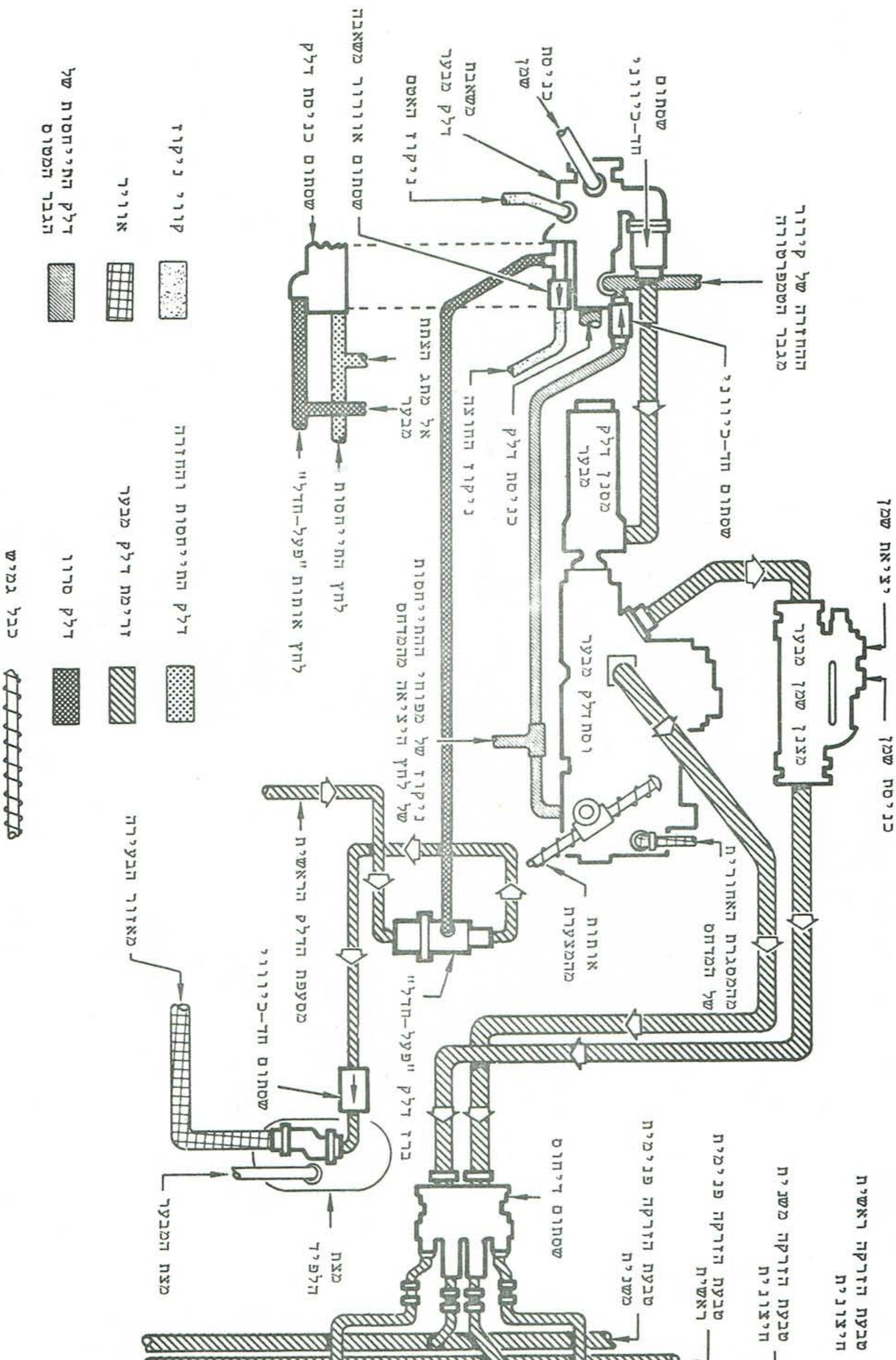
שני מיכלי הכנף האינגרליים, מכילים יחד כמות של 4150 ליב' דלק. אוויר בלחץ מבוקר מעביר את הדלק שבמיכלי הכנף לתוך מיכלי הגוף. הדלק לא יזרום ממיכלי הכנף או מהמיכלים הנתיקים כל עוד לא הוסר העומס מכן-הנחיתה ולא הופעל דיחוס במיכלים. מיכלי הכנף, בדומה למיכלי הגוף, מכילים יחידות למדידת הדלק במיכלים, המעבירות את נתוני כמות הדלק למדי כמות הדלק שבתא-הטייס הקדמי.



עקרון פעולה של מערכת דלק ראשית ומבער



מערכת הדלק הראשית של המנוע



מערכת הדלק של המבער

ג. <u>מיכלים נתיקים</u>

המטוס יכול לשאת שלושה מיכלי דלק נתיקים – שניים מתחת לכנפיים, בנקודות תלייה חיצוניות (2425 ליב׳ דלק כ"א) ואחד מתחת לגחון (3950 ליב׳). צינורות האוורור של מיכלי הכנף הנתיקים מחוברים לצינורות ההרקה המהירה של מיכלי הכנף.

ג-3. מערכת הלחץ הנמוך

מערכת הלחץ הנמוך היא המערכת האחראית לשאי-בת הדלק ממיכל מס׳ 1 ולהספקתו למנועים.

א. <u>משאבות הלחץ הנמוך</u>

הדלק מסופק למנועים בכל מצבי הטיסה תודות לשתי משאבות צנטריפוגליות בעלות הספק מירבי של 25,00 ליב׳-שעה כל אחת. לחץ העבודה שלהן הוא 30 psi בקירוב, ומשתנה בהתאם למצב הטיסה ול-סל"ד המנוע (הפרש הלחצים בין מהלך סרק למנוע מלא אינו עולה על 4 psi).

המשאבות פועלות בזרם חילופין של 115 וולט המתקבל מפסי הצבירה הראשיים. המשאבה הימנית מקבלת את הזרם מפס-הצבירה השמאלי, והמשאבה השמאלית – מפס הצבירה הימני. שתי המשאבות תחלנה לפעול ברגע שהמטוס יהיה מחובר לזרם-חילופין, פנימי או חיצוני, ושאחד ממפסקי המנוע יופעל. במטוסים מבלוק 495-68 ומעלה, מתחלקת סעפת הלחץ הנמוך לשניים ומשאבת הלחץ הנמוך השמאלית מספקת דלק למנוע השמאלי בלבד, בעוד שהמשאבה הימנית מספקת דלק למנוע הימני בלבד.

כל משאבה מבוקרת ע"י המתג הראשי של המנוע המתאים (כשהמתג הראשי השמאלי במצב "פעל", המשאבה השמאלית פועלת), בתנאי שמסופק זרם חילופין למערכת. הספק המשאבה לכל סעפת מצוין במחוון הלחץ השמאלי או הימני. לאחר ההתנעה, כל מחוון מציין 5 ± 30 psi כשהמנוע המתאים עובד בפעולת סרק.

ב. <u>מתגי בדיקה של משאבות הלחץ הנמוך</u>

בכל המטוסים עד בלוק 494-68, נמצאים מתגי הבדיקה של משאבות הלחץ הנמוך בלוח הבקרה של הדלק. לכל מתג יש שני מצבים – מצב CHECK לבדיקה, ומצב קפיצי NORMAL. בדיקת קרקע של משאבות הלחץ הנמוך אפשרית רק ע"י חיבור מתח חיצוני למטוס וכשהמתגים הראשיים של המנועים במצב OFF.

אם מחזיקים כל אחד ממתגי הבדיקה במצב CHECK נפתח ברז דלק הלחץ הנמוך של המנוע השמאלי או הימני ומאפשר למשדר לחץ לקלוט את נתוני הלחץ של המשאבה המתאימה. המשדרים מעבירים אות חשמלי למד הלחץ המתאים הנמצא בלוח המכשירים השמאלי.

כדי לערוך בדיקת לחץ של משאבות הלחץ הנמוך, יש להפעיל כל מתג בדיקה בנפרד ולוודא שיצוין על מחוון הלחץ המתאים 5 ± 30 psi. לא ניתן לערוך את בדיקת הלחץ האמורה בעת התנעה על מצבר.

ג. <u>ברז לחץ נמוך</u>

ברז הלחץ הנמוך, אחד לכל מנוע, נמצא אחרי היציאה מהסעפת המשותפת. מד-לחץ הדלק הנמוך (משדר לחץ) נמצא אחריו, כך שהוא מראה את הלחץ האמיתי לפני הכניסה למנוע. ברז ל"נ הוא ברז המופעל ע"י מנוע חשמלי לכיוון פתיחה או סגירה. במקרה של תקלת חשמל (כללית או רק במעגל שלו) יישאר הברז במצבו האחרון. פתיחת ברז ל"נ נעשית ע"י פעולת שני מתגים המסודרים בטור – אחד הוא המפסק הראשי של המנוע, והשני הוא מתג זעיר המותקן במצערת והפועל אגב מעבר ממצב מנוע כבוי למהלך סרק. רק הפעלת שני המתגים ביחד תביא לפתיחת הברז, כפי שסגירת אחד מהם תביא לסגירתו. אפשרות נוספת לפתיחת הברז היא ע"י מתג בדיקת משאבת ל"נ הנמצא בלוח הבקרה של הדלק כמפורט בסעיף הקודם. מתג זה מחובר במקביל לשני המתגים שהוזכרו קודם-לכן, והברז יישאר פתוח כל זמן שהמתג המתאים יהיה במצב CHECK (קפיצי) או כאשר בזמן לחיצה על CHECK תוציא לחיץ "העברת כנפיים" ואז הברז יישאר פתוח במצב קבוע. במטוסים מבלוק 41 ומעלה אין מתג כזה בנמצא.

ד. <u>מדי לחץ דלק נמוך</u>

מדי לחץ הדלק הנמוך נמצאים כאמור על לוח המכ-שירים השמאלי שבתא הקדמי. מדי הלחץ מכוילים מ-0 עד 5 ויש להכפיל את הקריאה ב-10 כדי לקבל את הלחץ ב- psi . לחץ העבודה הנורמלי (30 psi) צריך להיות שווה בשני המחוונים. לחץ הבדיקה הוא 30 ± 5 psi (כל משאבה לחוד). הפרש הלחצים בין מהלך סרק למנוע מלא הוא פחות מ-4 psi. אם הוא גדול יותר, מקורו בדיחוס מיכלי הגוף ויש להתייחס אליו כאל תקלה. לחץ הדלק נמדד כאמור לפני הכניסה לכל מנוע.

ג-4. העברת הדלק

א. <u>העברת מיכלי גוף</u> (ראה ציור מערכת הדלק הכללית).

מיכלים 6 עד 1 קשורים ביניהם בצינורות המאפש-רים זרימת דלק חופשית לכיוון מיכל מס׳ 1. שסתומים חד-כיווניים המותקנים במיכלים 2,1 ו-4 מונעים מהדלק לחזור אחורנית במצבי אף גבוהים. מיכלים 6 ו-4 מעבירים דלק למיכלים 1 ו-2 המשמשים כמיכלי הזנה למנועים בעזרת משאבות חשמליות או הידרוליות. מיכלים 3 ו-5 מעבירים דלק בכובד למיכלים 6 ו-4 בהתאם. מיכל 7 מעביר בכובד למיכל מס׳ 6 (משם עובר הדלק כאמור למיכלים 1 ו-2). פתח מיכל 7 נפתח רק כאשר הדלק במיכלים 1 ו-2 יורד מתחת לגובה 1800 ± 200 ליב׳ (בתום העברה אוטומטית). מתחת לגובה זה נפתח שסתום מצוף הנמצא במיכל מס׳ 2, ומאפשר מעבר לחץ דלק נמוך (אחרי משאבות ל"נ) או אוויר דחוס (מהדרגה ה-17 של המדחס). לחץ זה (אוויר או דלק) פותח, כנגד כוח קפיץ את מעבר הדלק ממיכל מס׳ 7 למיכל מס׳ 6. במקרה שהשסתום אינו נפתח, נדלקת מנורת אזהרה ירוקה במיכל מס׳ 7 במקביל למנורת כמות דלק נמוכה (1650 ± 200 ליב׳).

1) <u>משאבות ההעברה החשמליות</u>

משאבות ההעברה החשמליות הנמצאות במיכלים 6 ו-4 מעבירות דלק ממיכלים אלה בלחץ של 9 psi ובהספק מירבי של 19,000 ליב׳/שעה (כל אחת). משאבות אלו פועלות על זרם חילופין של 115 וולט ועובדות כל זמן שיש זרם חילופין במטוס ואחד ממפסקי המנוע מופעל.

2) <u>משאבות ההעברה ההידרוליות</u>

משאבות ההעברה ההידרוליות נמצאות גם כן במיכלים 6 ו-4 (אחת בכל מיכל) במקביל למשאבות החשמליות. הן עוב-דות ע"י לחץ הידרולי המתקבל ממערכת השרת ופועלות במקרים הבאים:

א) כשאין מתח במטוס(ויש לחץ הידרולי).
ב) כשאחד המנועים לפחות במצב מבער.
ג) כשמתג התדלוק באוויר במצב EXTEND.
ד) כשמנורת "כמות דלק נמוכה" דולקת (1650 ± 200 ליב׳).
ה) בהעברה אוטומטית 2300 ± 200 ליב׳).

אם המשאבות התחילו לפעול עקב כמות דלק נמוכה, הן תפסקנה את פעולתן רק לאחר הפעלת מתג תדלוק באוויר או בתדלוק על הקרקע.

ב. <u>העברת דלק מהכנפיים</u>

העברת הדלק מהכנפיים נעשית בכוח אוויר דחוס (מהדרגה ה-17) המופחת ללחץ של 15 psi . האוויר הדחוס יגיע לתוך הכנף כל זמן שאחד המנועים עובד, ושמפסק העומס בגלגל ימין משוחרר (או שידית הגלגלים במצב מעלה). הפעלת מתג התדלוק באוויר או על הקרקע תגרום להפסקת הדיחוס, אם קיים דיחוס, ותפתח את הכנף לאוורור. מעבר הדלק מהכנף לגוף ייפתח רק אם מתג העברת כנפיים יימצא במצב NORMAL ומתג העברת נתיקים יהיה במצב OFF . אם לא מורכבים מיכלים נתיקים, אין חשיבות למצב מפסק העברת נתיקים.
בהנמכה תלולה יותר מ-15°, בנסיקה בזווית גדולה מ-75° ובהטיות כנפיים גדולות מ-22.5°, הדלק המגיע מהכנפיים ממלא את מיכלי הגוף מס׳ 3,1 ו-5. גובה הדלק במיכלים אלה נשמר תודות

לשסתומי מצוף מיוחדים (שונים מהשסתומים של העברת גוף).

<u>הערה</u>

בכל מקרה שגובה הדלק במיכלים 1 ו-2 יורד מתחת ל-2300 ליב׳ נפתח שסתום העברת הכנפיים, ללא הבדל במצב המתגים השולטים עליו. העברה מהכנפיים תימשך גם במקרה של הפסקת חשמל כללית, מפני שיש דיחוס, ושסתומי ההעברה יקבלו מתח לפתיחה מהמצבר (פס צבירה של 28 וולט ז"י).

ג. <u>העברת דלק מהנתיקים</u>

העברת דלק מהמיכלים הנתיקים נעשית על-ידי אוויר דחוס המתקבל מהדרגה ה-17 של המדחס, בלחץ מופחת של 15psi. אוויר דחוס למיכלים יגיע כל זמן שאחד המנועים יעבוד ושמפסק העומס של גלגל ימין יהיה משוחרר (או ידית גלגלים במצב מעלה). הפעלת מתג תדלוק באוויר או על הקרקע תפסיק את הדיחוס ותפתח את המיכלים לאוורור. לא ניתן להעביר משלושת הנתיקים בו-זמנית, אלא יש לבחור בין נתיקי הכנף לבין המיכל הנתיק שבגחון. הבחירה נעשית ע"י העברת מתג העברת נתיקים למצב OTBD או למצב CENTER, הפותחת את ברזי הדלק של מיכלי הכנפיים או של מיכל הגחון בהתאם. הפעלת מפסק העברת נתיקים לאחד משני המצבים האמורים תפסיק את ההעברה מהכנפיים (רק אם מורכבים נתיקים על המטוס). הדלק מהנתיקים ממלא את מיכלי הגוף מס׳ 1, 3, ו-5. צינורות העברת הדלק מהנתיקים הם אותם הצינורות בהם עובר הדלק מהכנפיים.

ברגע שגובה הדלק במיכלים 1 ו-2 מגיע ל-200 ± 2300 ליב׳, נפתחים אוטומטית ברזי ההעברה של כל הנתיקים (במקביל להעברת כנפיים). במקרה של תקלת חשמל כללית, העברת נתיקים תימשך, הדיחוס ימשיך לפעול כרגיל, והשסתומים יקבלו מתח מהמצבר.

ד. <u>העברה אוטומטית</u>

עם ירידת פני הדלק במיכלי גוף 1 ו-2 ל-200 ± 2300 ליב׳ מתגלה מצוף במיכל מס׳ 2, המפעיל את מתג ההעברה האוטומטית. מתג זה מפעיל את ההעברה מהכנפיים ומכל הנתיקים ללא הבדל במצב המתגים. עם עליית פני הדלק במיכלים (תדלוק או העברת דלק) מפסיק המתג את פעולתו. מתג זה מופעל כאמור באופן אוטומטי ואין לטייס כל שליטה עליו.

ג-5. מערכת אוורור ודיחוס המיכלים

א. <u>כללי</u>

מערכת אוורור ודיחוס המיכלים מספקת לכל המיכלים - פנימיים כחיצוניים - לחץ אוויר מווסת המתקבל מהדרגה 17 של המדחסים. לחץ אוויר זה משמש לדיחוס, להעברה ולהרקה מהירה מהכנפיים. המערכת דואגת גם להקלת לחץ במיכלים בעת נסיקה, ולהקלת וואקום במיכלים, כדרוש, בזמן הנמכה.

הדיחוס הוא אוטומטי ומתחיל ברגע שמופעל אחד המנועים ושמערכת החשמל מקבלת מתח.

ב. <u>אופן הפעולה</u>

לחץ הדיחוס להעברה מהכנפיים והנתיקים מופחת עד 15 psi. לכל מיכל יש מפחית לחץ נפרד. לחץ הדיחוס של מיכלי הגוף מופחת עד $2 \pm \frac{1}{2}$ psi. לחץ זה נועד כדי למנוע "רתיחת" הדלק בגוף ושמירה על לחץ חיובי במיכלים העשויים גומי, לאחר ירידת פני הדלק. הלחץ נשמר בכל המיכלים תודות לשסתומי על-לחץ ותת-לחץ. בזמן תדלוק באוויר, ובכל מקרה שהמטוס על הקרקע, כל המיכלים מאווררים והעברת הדלק נעשית רק ממיכלי הגוף. אוורור כל המיכלים ופריקת עודף לחץ הדיחוס נעשים דרך פתח מרכזי היוצא מעל קונוס הזנב של המטוס. רק המיכלים הנתיקים של הכנפיים נפתחים לאוורור דרך פתחי ההרקה המהירה של הכנפיים.

מתג TK DEPRES מאפשר שחרור הדיחוס ממיכלי הגוף בלבד, או מכל המיכלים. העברה אוטומטית מבטלת את פעולת המתג.

ג-6. מערכות תדלוק והרקה

א. <u>תדלוק על הקרקע</u>

התדלוק על הקרקע נעשה דרך פתח הנמצא בגחון המטוס, ליד שפת ההתקפה של כנף ימין. פתח התדלוק על הקרקע מחובר למערכת במקביל לפתח התדלוק באוויר וממלא דרך אותם הצינורות. קצב המילוי בלחץ 60 psi הוא 1700 ליב׳-דקה. מתג התדלוק, הנמצא בבית גלגל ימין, מבטל את דיחוס המיכלים עם העברתו למצב REFUEL . מפסקים נוספים, הנמצאים בבית גלגל ימין, משמשים לבדיקת שסתומי המצוף שבמיכלים, או בידוד מיכל כלשהו מתדלוק. כל שסתומי המצוף כוללים שני מצופים כל-אחד, המסוגלים לסגור את הפתח כל אחד בפני עצמו. ע"י העברת מתג הבדיקה הראשי MASTER CHECK למצב CK 1 או למצב CK 2 , נסגר בכל שסתום חצי אחד או חצי שני. אם התדלוק אינו נפסק לגמרי, ניתן לסגור את החצי השני של כל שסתום בעזרת מתג נפרד לכל מיכל (3, 2, 1, - FUS , L,R , - WING), ולדעת איזה מהשסתומים נוזל. כמו-כן, ניתן לבודד כל מיכל ע"י החזקה רצופה של המתג במצב בדיקה. את מיכל מס׳ 7 ניתן לבודד ע"י לחיצה על שני לחצנים (E ו-A) המבודדים את קווי הלחץ של הדלק והאוויר בהתאם. ע"י החזקת הלחצנים במצב סגור ניתן למנוע את תדלוק המיכל.

ב. <u>הרקת הדלק</u>

הרקת הדלק מתבצעת דרך פתח התדלוק על הקרקע, ע"י העברת מתג התדלוק למצב DEFUEL . מצב זה מקשר את קו הדלק אחרי משאבות הלחץ הנמוך, אל פתח התדלוק, ומאפשר יניקת הדלק ממיכלי הגוף. אם יש מתח חילופין במטוס, משאבות הלחץ הנמוך ומשאבות ההעברה יופעלו אוטומטית ויאפשרו הרקת הגוף עד תום הכמות. את הנתיקים והכנפיים ניתן לרוקן רק ע"י חיבור לחץ אוויר חיצוני והעברת הדלק למיכלי הגוף, משם ניתן לרוקנו. חיבור למיכלים נעשה בגחון, ליד חיבור החשמל החיצוני.

ג. <u>הרקה מהירה מהכנפיים</u>

ההרקה המהירה מהכנפיים מתבצעת דרך הפתחים הנמצאים בשפת הזרימה של כל כנף, בנקודת קיפול הכנפיים. הפעלת מתג ההרקה המהירה שבלוח בקרת הדלק גורמת להפסקת ההעברה מהכנפיים, לפתיחת פתחי ההרקה המהירה ולאספקת אוויר דחוס לכנפיים (בתנאי שמתג העומס של הגלגלים משוחרר או שידית הגלגלים במצב מעלה). מהירות ההרקה המהירה משתנה בהתאם לתנאי הטיסה, והיא תהיה גדולה יותר במצב אף גבוה ובסיבובי מנוע גבוהים. בטיסה ישרה עם 85% סל"ד יהיה קצב ההרקה 700 ליב׳-בדקה. הפעלת ההרקה המהירה מבוצעת בזרם ישר מפס הצבירה של גנרטור ימין. כאשר שני המנועים כבויים, לא ניתן לבצע הרקה מהירה.

ד. <u>תדלוק באוויר</u>

התדלוק באוויר נעשה דרך מתאם הנמצא על גב המטוס, מאחורי תאי הטייסים. את המתאם ניתן להוציא או לקפל בעזרת מתג AIR REFUEL הנמצא בלוח בקרת הדלק. מצב EXTEND גורם להוצאתו ומצב RETRACT לקיפולו. עם הוצאת מתאם התדלוק מתבטל הדיחוס בכל המיכלים, והם נפתחים לאוורור כדי לאפשר את תדלוקם. במשך כל זמן התדלוק מתבצעת העברת הדלק אך ורק מהגוף. צינור התדלוק מתחבר אל צינור העברת הדלק המוביל מהנתיקים ומהכנפיים לגוף, ודרכו הוא ממלא את מיכלי הגוף (1, 3, 5) ואת הנתיקים בזרימה הפוכה. מיכלי הכנפיים מתמלאים דרך צינור מיוחד המוביל לכל כנף בנפרד והמצויד בשסתום מצוף הנסגר ברגע שמתמלא מיכל הכנף. קצב המילוי בתדלוק באוויר הוא בדרך-כלל 4000 ליב׳-בדקה.

ניתן לבחור בין מילוי כל מיכלי המטוס לבין מילוי בדלק פנימי בלבד. הבחירה מבוקרת ע"י מתג הנמצא בלוח בקרת הדלק. ע"י העברת המתג למצב INT - ONLY מבודדים את הנתיקים וממלאים דלק פנימי בלבד.

ג-7. **מדידת כמות הדלק**

א. כללי

מחוון כמות הדלק, הנמצא בלוח המכשירים של התא הקדמי, נותן את קריאת כמות הדלק הפנימית (במיכלי הגוף והכנפיים). בכל המיכלים מותקנים 14 מדידים (קבלים המודדים את השינוי בכמות הדלק ע"י מדידת שינוי ההתנגדות), לפי החלוקה הבאה: 2 מדידים במיכל גוף מס' 1, מדיד אחד בכל אחד משאר מיכלי הגוף ו-3 מדידים בכל מיכל כנף. כמות הדלק צריכה להיות מתוקנת לשינויי טמפרטורה, אך תהיינה בכל-זאת טעויות בקריאת כמות הדלק בטמפרטורות קיצוניות (25° =± 400 ± ליב').

ב. מדידת כמות הדלק בנתיקים

כמות הדלק בנתיקים אינה ניתנת למדידה. ניתן לקבל רק ציון למיכלים מלאים או ריקים. נוריות לציון העברה, הנמצאות בלוח האזהרות, תידלקנה ברגע שמתג הנתיקים המתאים יימצא במצב גחון או כנפיים. הנוריות נדלקות ע"י מד זרימת דלק הנמצא בצינור ההעברה מהנתיקים, המדליק אותן כל זמן ששיעור הזרימה בצינור נמוך מ-30 ליב'/ דקה. היות והנתיקים ממלאים את מיכלי הגוף עד לגובה שסתום המצוף, תידלקנה המנורות, חליפות, בזמן העברה מנתיקים. הידלקות קבועה של המנורות, המלווה בירידת ציון כמות הדלק של מיכלי הגוף מצביעה על גמר נתיקים. מד-הזרימה מציין זרימה בשני הכיוונים, ולכן תפעלנה הנוריות גם בעת תדלוק באוויר וגם בעת תדלוק על הקרקע, ותתנה חיווי נכון של הזרימה אל הנתיק.
ציון לנתיקים מלאים ניתן לקבל ע"י הידלקות מנורות הנמצאות על מסגרת החופה בחלקה העליון. קיימות שלוש נוריות אלה, אחת לכל נתיק, והן תידלקנה רק כאשר יהיו הנתיק המתאים מלא ופתח התדלוק באוויר במצב פתוח (מתג תדלוק באוויר במצב EXTEND).

ג. מחוון כמות הדלק

מחוון כמות הדלק הנמצא בצידו הימני עליון של לוח המכשירים הראשי, בתא-הטייס הקדמי, מציין את כמויות הדלק בשתי צורות:

1) ע"י לוח שנתות התופס את חלקו העליון של המחוון ובו ניתנת הקריאה ע"י פס לבן הנע לאורך גיזרה חצי-מעגלית שעליה מסומנות ספרות 0 עד 10. לוח זה מציין את כמות הדלק במיכלי גוף מס' 1 עד 6 (ללא מיכל מס' 7) באלפי ליברות. אפיצות המכשיר היא ± 150 ליב'.

2) ע"י מונה הנותן את הקריאה בחלון. מונה זה מציין את כמות הדלק הכללית במיכלים הפנימיים, (כולל מיכל מס' 7) הניתנת לשימוש וכל יחידה מייצגת 10 ליב' דלק. דיוק הקריאה הוא של 100 ליב' ואפיצות המכשיר - ± 200 ליב'.

ההבדל בין שתי הכמויות החוויות עלול להגיע ל-350 ליב'. לצורך חישוב, יש לקחת תמיד את הכמות הנמוכה יותר. קריאת הכמויות תהיה נכונה בטיסה ישרה ללא תמרונים. בתאוצות ובתמרונים, יהיו שינויים בכמויות הדלק בגלל מיקומם של המדידים (המותקנים בדרך-כלל בחלק הקדמי של המיכלים).

הערה:

לאחר העברה מכל המיכלים יראה המונה ± 350 600 ליב' יותר מהקריאה שבלוח השנתות העליון (הפס הלבן) כאשר מיכל 7 מלא. כאשר שני מיכלי הכנף ומיכל מס' 7 ריקים, ההבדל בין הקריאה בחלון לבין הקריאה שבלוח השנתות אינו צריך לעלות על 350 ליב'.

ד. בדיקת הכמות במיכל המזין ובדיקת מד כמות הדלק

מתג הבדיקה של המיכל המזין (מס' 1), בעל המצבים FEED TANK CHECK ו- NORM, משמש לבדיקת כמות הדלק במיכל המזין ולבדיקת מד-כמות הדלק. כאשר מציבים את המתג במצב הקפיצי

FEED TANK CHECK, מציינים הפס הלבן של המחוון והמונה את כמות הדלק שבמיכל המזין. במטוסים עד בלוק 494-68 יציין המונה 200 ± 1500 ליב׳, והפס הלבן - 150 ± 1500.

במטוסים מבלוק 495-68 ומעלה, יציין המונה 200 ± 1400 ליב׳ והפס הלבן - 150 ± 1400. מתג הבדיקה מאפשר לוודא שמגיע מתח למערכות מדידת הדלק ושמד הדלק פועל כתקנו.

ה. טבלת כמויות הדלק במיכלים

(כמויות הדלק מבוססות על דלק מסוג JP-4 בעל משקל סגולי של 0.76 בקירוב,ועל טמפרטורה של 15°C).

מיכל	כמות חלקית	כמות כללית
גוף מס׳ 1	1397 ליב׳	
גוף מס׳ 2	1203 ליב׳	
גוף מס׳ 3	955 ליב׳	
גוף מס׳ 4	1307 ליב׳	
גוף מס׳ 5	1170 ליב׳	
גוף מס׳ 6	1385 ליב׳	
גוף מס׳ 7	546 ליב׳	
סה"כ מיכלי גוף מלאים	7963 ליב׳	7963 ליב׳
מיכלי כנפיים	4095 ליב׳	
סה"כ דלק פנימי	12,058 ליב׳	12,058
נתיק כנפיים	2 × 2,405 ליב׳	
פנימי + נתיקי כנפיים	16,868 ליב׳	16,868 ליב׳
נתיק גחון	3,900 ליב׳	
פנימי + נתיק גחון	15,958	15,958 ליב׳
מכסי דלק (+3 נתיקים)	20,768	20,768 ליב׳

הערות:

1) כמויות הדלק נכונות למטוסים מבלוק 41 ומעלה, לדלק JP-4.

2) הדלק בשימוש ח"א הוא JP-5, שמשקלו הסגולי גדול יותר (0.8 בקירוב). לפיכך יש להוסיף 4.4% לכמויות הדלק המצוינות בטבלאות שלפנינו.

3) הכמויות המפורטות הן בדיוק של 100 ± ליב׳.

ו. כמויות הדלק בזמן העברה

מצב	מיכלי גוף (150+ליב׳)	כמות כללית (200+ ליב׳)
מיכלים מלאים עד גמר נתיקים	7417	12,058
גמר העברת כנפיים	7417	7963
תחילת העברות אוטומטיות	2300 ± 200	2850 ± 200
תחילת העברת מיכל מס׳ 7	1800 ± 200	2350 ± 200
סוף העברת מיכל מס׳ 7	1800 ± 200	1800 ± 200
נורית "כמות דלק נמוכה"	1650 ± 200	1650 ± 200
כיבוי מנוע	150	200
בדיקת מיכל מס׳ 1	1400 ± 150	1400 ± 200

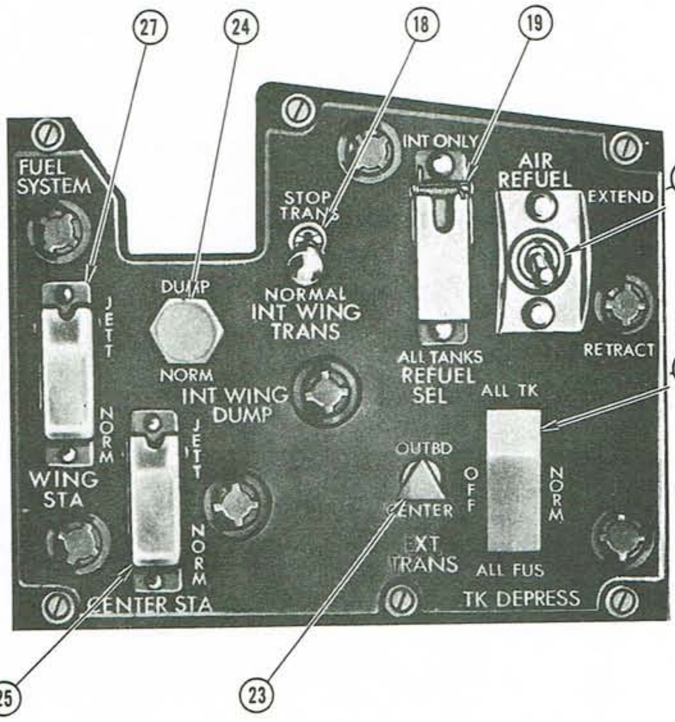
<u>הערות:</u>

1) בזמן הסעה לפני המראה, ירד דלק רק מהגוף, כי מיכלי הכנפיים והנתיקים אינם מעבירים.

2) בזמן הנמכה בזווית תלולה מ- 15°, הכנפיים אינן מעבירות.

ג-8. בקרה ופיקוח

השליטה על מערכת הדלק נעשית מתא-הטייס הקדמי, באמצעות מתגים הנמצאים על לוח בקרת הדלק שבמדף שמאל של התא, כדלקמן:



א. <u>מתג השלכת נתיקי כנפיים WING STA</u>

זהו מתג עם מכסה המאפשר השלכת נתיקים כל זמן שיש מתח במטוס.

ב. <u>מתג השלכת נתיק גחון CENTER STA</u> (25)

זהו מתג עם מכסה המאפשר השלכת נתיק גחון כשיש מתח במטוס וכשמשכך שמאל אינו לחוץ.

ג. <u>מתג העברת נתיקים EXT TRANSFER</u> (23)

העברת המתג למצב OTBD או CENTER מאפשרת העברת נתיקי כנפיים או גחון בהתאם. הצבתו באחד משני מצבים אלה מפסיקה את ההעברה מהכנפיים, בתנאי שהנתיקים מורכבים על המטוס.

ד. <u>מתג TK DEPRESS</u> (30)

זהו מתג בעל שלושה מצבים המופעל כלהלן:

1) במצב אמצעי NORM -- אין למתג השפעה.

2) במצב פנימי ALL FUS -- הדיחוס ממיכלי הגוף משוחרר.

3) במצב חיצוני ALL TK -- הדיחוס ממיכל הגוף, ממיכלי הכנפיים ומהנתיקים, משוחרר.

ה. <u>מתג הרקה מהירה INT WING DUMP</u> (24)

הפעלת המתג פותחת את פתחי ההרקה המהירה כל זמן שיש מתח חילופין במטוס. הפעלתו באוויר תגרום גם לאספקת דיחוס לכנף.

ו. <u>מתג העברת כנפיים INT WIND TRANS</u> (18)

העברת המתג ממצב NORMAL למצב STOP TRANS מפסיקה בכל מקרה את ההעברה מהכנפיים.

ז. <u>מתג בחירת תדלוק REFUEL SELECTION</u> (19)

זהו מתג עם מכסה, שהצבתו במצב INT ONLY או ALL TANKS מאפשרת לבחור בין תדלוק מיכלי דלק פנימי בלבד, לבין תדלוק כל המיכלים בהתאם.

ח. <u>מתג תדלוק באוויר AIR REFUEL</u> (20)

זהו מתג עם מגינים בצדיו. הצבתו במצב EXTEND גורמת להוצאת מתאם פתח התדלוק ולהפסקת הדיחוס לכל המיכלים.

נוסף על המתגים שעל לוח בקרת הדלק, מצויים בתא-הטייס הקדמי הבקרות והמחוונים הבאים:

ט. <u>מד-כמות הדלק</u>

מציין במקביל את כמות הדלק הפנימית ואת דלק מיכלי הגוף.

י. <u>מתג בדיקת מד-כמות הדלק</u>

העברת המתג למצב הקפיצי CHECK מעבירה את מד-כמות הדלק לציון הדלק במיכל מס׳ 1 בלבד.

יא. <u>מחווני לחץ דלק נמוך</u>

מציינים את לחץ הדלק לפני זרימתו לשני המנועים.

יב. נוריות "נתיקים מלאים" (LH FULL
CTR FULL ו- RH FULL)

נוריות "נתיקים מלאים" שעל מסגרת החופה, דולקות כאשר המיכל המתאים מלא ומתג התדלוק באוויר במצב EXTEND.

יג. נוריות העברת נתיקים (CTR EXT FUEL
(LEFT EXT FUEL, RIGHT EXT FUEL

נוריות העברת נתיקים שבלוח האזהרות תידלקנה בעת שמתג התדלוק באוויר יהיה מופעל ובתנאי שבוחר התדלוק יהייה במצב ALL TANKS.

הידלקותן מסמנת זרימת דלק פחותה מ-30 ליב׳/דקה. הידלקותן הקבועה מסמנת שהנתיק המתאים ריק, וכמו כן שהחל תהליך העברות אוטומטיות (בתנאי שהורכבו בידונים על המטוס).

יד. נורית "כמות דלק נמוכה"
(FUEL LEVEL LOW)

נורית "כמות דלק נמוכה" שבלוח האזהרות מסמנת שכמות הדלק קטנה מ-200 ± 1650 ליב׳ במיכלים 1 + 2 (מחוש האזהרה נמצא במיכל 2 בלבד).

טו. נורית "מיכל מס׳ 7" (TANK 7 FUEL)

הנורית, הנמצאת בלוח האזהרות, נדלקת ביחד עם נורית "כמות דלק נמוכה", אם שסתום ההעברה שבמיכל 7 אינו נפתח עד אז.

ג-9. תקלות במערכת הדלק

א. התקלות השכיחות ביותר במערכת נובעות מכך שהטייס שוכח להפעיל מתגים. תפעול המתגים הוא יחסית מסובך, ומחייב תרגול רב. במקרה של כביית מנועים כתוצאה מאי-העברת מיכלי כנפיים, לא ניתן להתניע את המנועים, היות ואין דיחוס להעברת הדלק מהכנפיים לגוף.

ב. במקרה של תקלה בהעברה ממיכל מס׳ 7, צריך לזכור שיהיה הבדל של 350 ± 600 ליב׳ בין שתי הכמויות במד-כמות הדלק.

ג. אם נוצרים הפרשים בלחצי הדלק הנמוך, בשינויי סל"ד (כלומר הדיחוס במיכלי הגוף גדול מדי), יש לבטל את הדיחוס במיכלי הגוף בעזרת מתג TK DEPRESS.

ד. במקרה של הפסקת חשמל כללית, חיווי כמויות הדלק ייעשה ע"י הידלקות נורית "כמות דלק נמוכה" (650 ליב׳). ניתן יהיה גם לבדוק את כמות הדלק במיכל 2 + 1.

ג-10. הבדלים במטוסים מתחת לבלוק 41

א. אין ספוג במיכלי הגוף.

ב. כמות הדלק גדולה ב-600 ליב׳.

ג. העברות אוטומטיות מתחילות ב-200 ± 2500 ליב׳.

ד. נורית FUEL LEVEL LOW נדלקת ב-200 ± 1800 ליב׳.

ה. ישנם שני מתגים לבדיקת לחץ דלק נמוך לפני התנעה (במצב CHECK נעקף הברז הראשי למנוע ונמדד לחץ המשאבה).

ו. אין מתג TK DEPRESS לביטול הדיחוס.

ז. מיכל מס׳ 7 מעביר כאשר גובה הדלק במיכלים 1 ו-2 מתחת ל-1960 ליב׳.

ג-11. תדלוק באוויר

א. כללי

מטוסי F-4E מצוידים במערכת המאפשרת תדלוקם באוויר ממטוס מיכלית. מטוס המיכלית חייב להיות מצויד בצינור תדלוק קשיח, כדי שאפשר יהיה לבצע את התדלוק. מתאם התדלוק שדרכו מקבל המטוס את הדלק ממטוס המיכלית נמצא על גב המטוס, מאחורי תאי הטייסים, ומאפשר בהיפתחו כניסת צינור התדלוק ממטוס המיכלית. קצב התדלוק הוא 4000 ליב׳ בדקה, וניתן לתדלק בו את כל מיכלי הדלק של המטוס.

שליטת הטיס על מתאם התדלוק נעשה בעזרת מתג אחד הנמצא בלוח בקרת הדלק, ומספר מנורות הנמצאות על מסגרת החופה הקדמית.

ב. מבנה

מתאם התדלוק בנוי בצורת צינור המחובר בקצהו האחד לציר ויכול להסתובב סביבו בזווית מסוימת. במצב מנוחה נמצא המתאם שקוע בתוך גב המטוס.

במצב תדלוק, מורם המתאם בצידו האחד ותנוחתו משופעת ביחס לציר האורך של המטוס. במצב זה הוא בולט מעל גב המטוס ומוכן לקבלת צינור התדלוק לתוכו. המתאם מצויד בנועל השולה בלי-טה לחלקו הפנימי ותופס את צינור התדלוק עם כניסתו לתוך המתאם. כמו-כן, מצויד מתאם התד-לוק במעטה אווירודינמי השומר על רציפות המעטה האווירודינמי של המטוס במצב מקופל, ובמנורות הנדלקות באופן אוטומטי ומאפשרות תדלוק באוויר בלילה. המתאם מבוקר ע"י מעגל חשמלי. תפעולו וכן סגירת הנועלים נעשים בלחץ מערכת שרה. מתאם התדלוק ממוקם מעל מיכל גוף מס׳ 2, ומתחבר לצנרת מיכלי הדלק במקביל לפתח תדלוק הקרקע. עם הוצאת מתאם התדלוק נפסק הדיחוס בכל מיכלי הדלק, והמנועים מקבלים את הדלק רק ממיכלי הגוף.

ג. <u>תפעול מתאם התדלוק</u>

1) הוצאת מתאם התדלוק מבוצעת ע"י העברת מתג התדלוק באוויר AIR REFUEL שבלוח בקרת הדלק למצב EXTEND. פעולה זו מביאה להוצאת מתאם התדלוק ולאספקת לחץ לנועלים, כדי שיהיו במצב פתוח. במצב פתיחה מלאה נדלקות מנורות צינור התדלוק (חיצוניות)ומנורת READY שעל מסגרת החופה הקדמית. אם מורכ-בים נתיקים ומתג בחירת תדלוק על מצב ALL TANKS תידלקנה נוריות העברת נתיקים שבלוח האזהרות.

2) כניסת צינור התדלוק לתוך המתאם מפעי-לה מתג זעיר הנמצא בתוך המתאם, וזה גורם לסגירת הנועלים. נורית READY נכבית, והמטוס מוכן מרגע זה לתדלוק.

3) ברגע שמתחיל לזרום דלק ממטוס המיכ-לית, מתחיל מד-הדלק לציין עלייה, ומנורות העברת הנתיקים שבלוח האזה-רות נכבות. ניתן למנוע העברת דלק לנתיקים ע"י הפעלת מתג INT.ONLY, הנמצא על-יד מתג התדלוק. במקרה זה, נוריות הנתיקים לא תידלקנה עם הפעלת מתג התדלוק.

4) כאשר מיכלי הגוף והכנפיים מתמלאים, מפסיקה קריאת מד-הדלק לעלות. כאשר הנתיקים מתמלאים, נדלקות מנורות ההעברה שבלוח האזהרות וכן מנורות "נתיקים מלאים" שעל מסגרת החופה.

5) לאחר הפסקת זרימת הדלק, מבוצע הניתוק ע"י לחיצה על הכפתור האלכ-סוני שעל המטה. פעולה זו פותחת את הנועלים וצינור התדלוק חופשי לצאת. נורית DISENGAGED שעל מסגרת החופה נדלקת.

6) לאחר הינתקות מצינור התדלוק, ניתן לקפל את מתאם התדלוק ע"י העברת מתג AIR REFUEL למצב RETRACT.

ד. <u>תקלות ופעולות חירום</u>

1) בכל מקרה שמתעורר צורך להינתק בזמן התדלוק, ניתן ללחוץ על הכפתור השחור ולסגור מנוע. שסתום ניתוק הזרימה בצינור התדלוק ימנע שפיכת הדלק.

2) לאחר כל הינתקות, יש לקפל ולהוציא מחדש את מתאם התדלוק כדי לדרוך מחדש את המערכת. נורית READY צריכה לדלוק. בכל מקרה של כישלון בהתחברות, יש לבצע דריכה מחדש.

3) אסור לנסות להינתק מבלי לפתוח תחילה את נועלי הצינור, שאלמלא-כן ייגרם נזק לצינור.

4) צריך לזכור שלחיצה על כפתור השח-רור אינה מנתקת את הצינור, אלא רק פותחת את הנועלים. קיפול מתאם התדלוק כשהצינור בתוכו יגרום נזק לשניהם.

5) בכל מקרה שנגרם נזק למתאם התדלוק, יש להשאירו בחוץ. כדי לחדש את העברת הדלק במצב זה, יש להוציא את לחיץ התדלוק הנמצא בלוח מס׳ 2 ולהעביר את מתג AIR REFUEL למצב RETRACT .

ה. <u>מגבלות</u>

1) מגבלת מהירות להפעלת מתאם התדלוק - 320 קשר או 0.85 מאך (הנמוך משניהם).

2) מגבלת מהירות לטיסה עם מתאם תדלוק בחוץ - 400 קשר או 0.85 מאך (הנמוך משניהם).

3) בזמן התדלוק אין העברת כנפיים ונתי- קים, אלא רק העברה מהגוף.

4) בזמן התדלוק משתנים בבת-אחת מרכז הכובד ומשקל המטוס, דבר המקשה על ההטסה ביחוד במשקלים גבוהים.

ו. <u>תדלוק חם</u>

בכל גיחה מבצעית הדורשת ניצול מירבי של הדלק, או כשיש מחסור בדלק, אך ניתן לנחות בבסיס משנה (בכוונה להמשיך מייד), יש לבצע תדלוק חם.

התדלוק מבוצע ע"י באוזר כאשר מנועי המטוס פועלים. המכונאי יחבר את צינור התדלוק לפתח התדלוק 26R. הטייס יעביר את מתג התדלוק באוויר למצב EXTEND , לפתיחת ברזי המילוי ולשחרור הדיחוס מהמיכלים. קריאת מד-הדלק תעלה בהתאם לכמות.



פרק ד

המערכת ההידרולית

ד-1. תיאור כללי

המערכת ההידרולית במטוס כוללת ארבע מערכות כוח נפרדות:

א. <u>מערכת הגאים מס' 1 (PC -1)</u>

ב. <u>מערכת הגאים מס' 2 (PC -2)</u>

המספקות לחץ הידרולי לצילינדרים הכפולים של המאזנות, של המחבלים ושל הגה הגובה.

ג. <u>מערכת שרת (Utility)</u>

המספקת לחץ הידרולי לכל הצרכנים, פרט למפעיל הגה הגובה.

ד. <u>מערכת APU (מערכת עזר)</u>

הכוללת משאבה חשמלית ומספקת לחץ הידרולי של 1700 psi. מערכת זו משמשת כמערכת חירום להפעלת הגה הגובה.

מערכות הגאים ומערכת השרת פועלות בלחץ של 3000 psi, המסופק ע"י משאבות המונעות ע"י המנועים. את כולן ניתן לחבר למקור לחץ חיצוני על הקרקע.

ד-2. חלוקת הצרכנים במטוס לפי המערכות

א. <u>מערכת הגאים מס' 1</u>

1) הגה-גובה.

2) מאזנת + מחבל שמאל.

ב. <u>מערכת הגאים מס' 2</u>

1) הגה-גובה.

2) מאזנת + מחבל ימין.

ג. <u>מערכת שרת</u>

1) מאזנת + מחבל ימין.

2) מאזנת + מחבל שמאל.

3) הגה-כיוון.

4) כן-נחיתה.

5) מדפים.

6) מעצורי-אוויר.

7) בלמים.

8) בלמי חירום.

9) היגוי קרקע.

10) טייס אוטומטי.

11) מדחס מערכת פנימטית.

12) וו-עצירה (הרמה).

13) תדלוק באוויר.

14) דלתות אוויר משני למנוע.

15) מעבר עוקף למנוע ("פעמון")

16) כונסי אוויר משתנים ("עכברים").

17) משאבות העברת דלק גוף.

18) אנטינת מכ"מ.

19) תותח/דלת אוורור גזים/הנעת התותח.

20) דלתות טילים קדמיים.

ד-3. מערכות הגאים מס' 1 ו-2

א. <u>כללי</u>

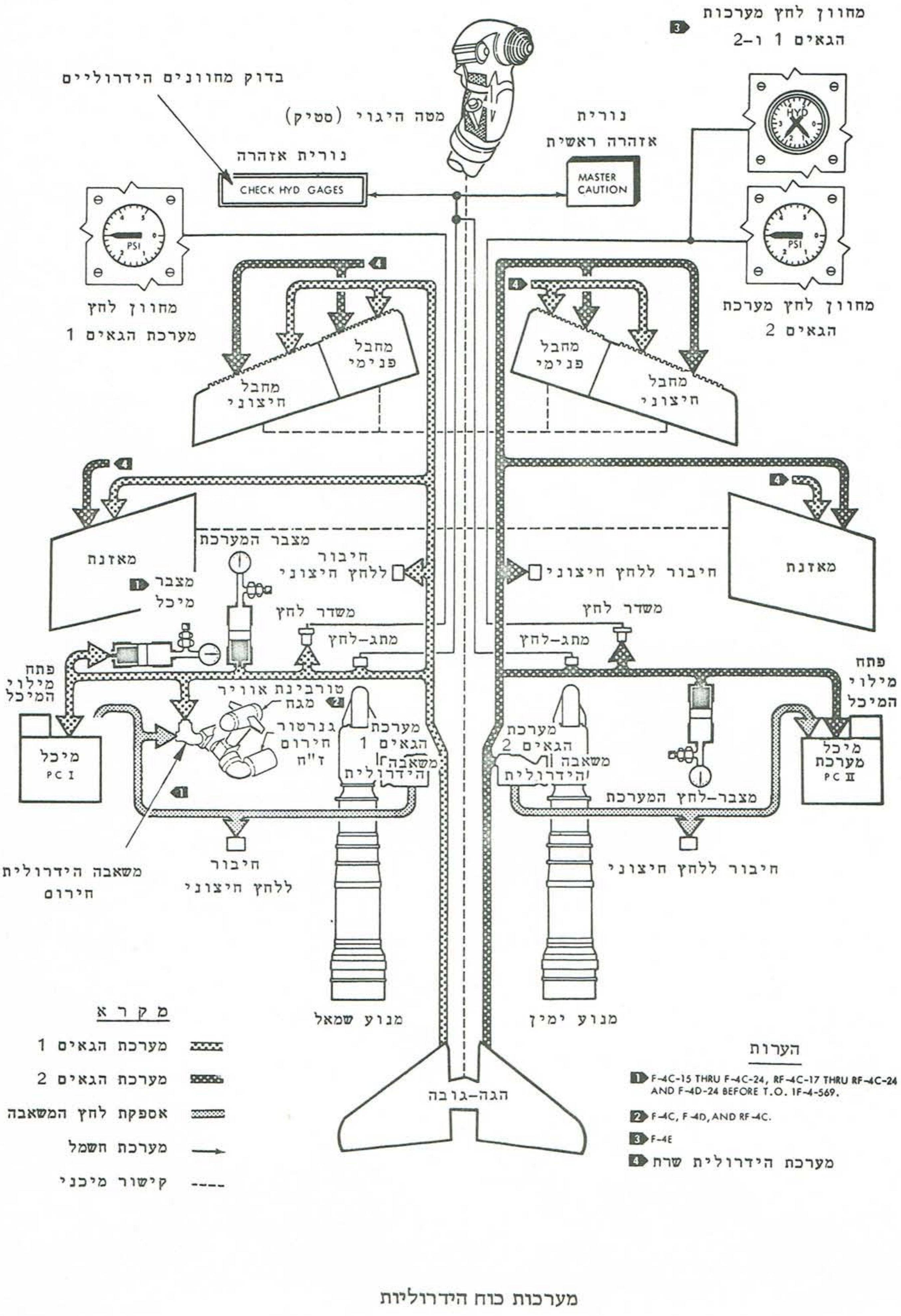
מערכות הגאים מס' 1 ו-2 בנויות בצורה זהה, משאבת מערכת מס' 1 מונעת ע"י מנוע שמאל ומשאבת מערכת מס' 2 - ע"י מנוע ימין. מאחר ששתי המערכות זהות, יכוון ההסבר למערכת אחת בלבד.

ב. <u>מיכל</u>

מיכל המערכת מכיל 0.83 גלון שמן. הוא דמוי צילינדר, והשמן שבתוכו נמצא תחת לחץ, למניעת בועות ולהבטחת פעולה רצופה של המשאבה. הלחץ מאחורי המשאבה (3000 psi) מגיע למכסה המיכל ובשל הבדל שטחים, הוא דוחס את המיכל בלחץ של 48 psi.

ג. <u>משאבה</u>

זוהי משאבת בוכנות המופעלת ע"י מישור משופע מסתובב. היא קבועה בתיבת האביזרים הקדמית של המנוע, מייצרת לחץ של $\pm$ 250 3000 psi, ומספקת 18 עד 26 גלון בדקה (65% עד 100% סל"ד). בצריכת שמן רגעית גבוהה ירד לחץ המשאבה, אך זו מייד תווסת את הלחץ ותחזירו ללחץ מלא. ב-3850 psi יפעל שסתום הקלה לשחרור המערכת מלחץ יתר.



מערכות כוח הידרוליות

ד. <u>חיבורים ללחץ חיצוני</u>

חיבורים ללחץ חיצוני נמצאים בשני בתי הגלגלים הראשיים - ימין ושמאל בהתאם (שלושה לכל מערכת).

ה. <u>מצבר-לחץ</u>

כל מערכת כוללת מצבר-לחץ לשיכוך תנודות הלחץ ולתפעולם ההתחלתי של הצרכנים. נפח המצבר 50 cu.in , והלחץ ההתחלתי של החנקן שבו 50 ± 1000 psi. את לחץ המצבר ניתן לבדוק בעזרת מחוון הנמצא בבתי הגלגלים הראשיים, ימין ושמאל בהתאם.

ו. <u>מד-לחץ</u>

בקו הלחץ אחרי המצבר מותקן משדר לחץ המעביר אות חשמלי של הלחץ למחוון כפול הנמצא בתא-הטייס. מחוגים 1 ו-2 מציינים את הלחץ במערכות 1 ו-2 בהתאם.

נפילת לחץ מתחת ל-1500 psi גורמת להידלקות נוריות CHECK HYD GAUGE ו-MASTER CAUTION שבלוח האזהרות.

ז. <u>מחלף חום</u>

השמן החוזר מהצרכנים נכנס למחלף חום שמן-דלק, הנמצא לפני הכניסה למשאבת הלחץ הגבוה של הדלק. בכל מנוע יש מחלף חום כפול לאחת ממערכות ההגאים ולחצי ממערכת השרת.

ד-4. מערכת השרת

א. <u>כללי</u>

עקרון הפעולה של מערכת השרת דומה בכל למערכות ההגאים, אך קיימים הבדלים המפורטים להלן:

ב. <u>מיכל</u>

קיבולו 1.84 גלון.

ג. <u>משאבות</u>

מערכת השרת מופעלת ע"י שתי משאבות, אחת בכל מנוע המותקנות בתיבת האביזרים הקדמית. המשאבות, מצוידות בשסתומים חד-כיווניים המבטיחים שתקלה באחת מהן לא תגרום לתקלה כללית במערכת. לחץ המשאבה הימנית מווסת ל-2750 psi. דבר זה נועד כדי למנוע ריטוט בין המשאבות ולאפשר אבחנה בתקלה.

ד. <u>מד-לחץ</u>

בפעולה תקינה יציין מד-הלחץ את הלחץ הגבוה ביותר (3000 psi). רק בתקלה של המשאבה השמאלית הוא ירד ל-2750 psi. לכל אחת מהמשאבות צמוד משדר לחץ נפרד, ונפילת לחץ בכל אחת מהן תגרום להידלקות נורית מתאימה.

ד-5. מערכת כוח APU

א. <u>כללי</u>

מערכת APU היא מערכת כוח הידרולית המיועדת להפעלת משכך והגה הגובה במקרה של נפילת לחץ מתחת ל-1000 psi במערכת הגאים מס' 1 (PC-1).

ב. <u>מרכיבי המערכת</u>

1) <u>מיכל</u>

נפח המיכל 25 אינץ' מעוקבים, והוא מבטיח אספקת שמן סדירה מתחת לגובה 20,000 רגל.

2) <u>משאבה</u>

המשאבה מונעת בכוח חשמל (115V) ומספקת לחץ של 100 ± 1700 psi, לקו הכוח של מערכת הגאים 1 (PC-1). ספיקת המשאבה מספקת לתפעול המטוס במגבלות הבאות:

מהירות - עד 600 ק' מכשירית או 0.95 מאך.

עומס - 4 g, שיעור תנועת ה"סטיק" - 1 g בשנייה.

ג. <u>בקרה ופיקוח</u>

1) <u>מתג APU</u>

מערכת APU מבוקרת ע"י מתג תלת-מצבי NORMAL/REJECT/TEST כדלקמן:

<u>במצב NORMAL</u> - המערכת נכנסת לפעולה מייד עם ירידת הלחץ מתחת ל- 1000 במערכת PC-1 .

<u>במצב REJECT</u> - במערכת נדרכת מחדש. לאחר הפעלת מערכת

APU, עקב נפילת לחץ במערכת הג-
אים 1 (PC -1), ניתן להפסיק את
פעולתה של זו כאשר מערכת הגאים 2
(PC -2) תקינה, ע"י העברת המתג
למצב REJECT. מצב זה סוגר מעגל
הפעלה אוטומטי למקרה של נפילת לחץ
במערכת הגאים 2 (PC -2).

<u>מצב TEST</u> - נועד לבדיקת המע-
רכת על הקרקע.

2) <u>מנורת APU</u>

מנורת APU נמצאת בתא הטייס והיא
נדלקת ברגע שנכנסת המערכת לפעולה.

3) <u>ממסר השהייה</u>

ממסר ההשהייה ימשיך את פעולת
המערכת למשך דקה אחת גם לאחר
שהגיע הלחץ במערכת ל-1000 psi.

<u>הערות</u>

א) מתג APU צריך להיות במצב
NORMAL.

ב) מערכת APU מותקנת במטוסים
מבלוק 43 ובמטוסי RF-4-C.
לוח בקרה מותקן במטוסים מב-
לוק 41.

ד-6. תפעול המערכות ההידרוליות

המערכות ההידרוליות תיכנסנה לפעולה מייד עם
התנעת המנועים. גם בסיבובים נמוכים ביותר
(10% סל"ד), הן תספקנה לחץ מלא (3000 psi),
אלא שהספיקה בתנאים אלה תהייה נמוכה מאוד.
לצורך בדיקת משאבת מערכת שרת ימין מותנע
מנוע ימין ראשון, ואז הלחץ במערכת שרת הוא
רק 2750 psi במקום 3000 psi.

ד-7. תקלות

כל תקלה באחת מארבע המשאבות, או ירידת
לחץ כלשהי מתחת ל-1500 psi תאובחן ע"י
הידלקות נורית CHECK HYD GAUGE.
אבחנת תקלה ב-4 המערכות תהיה כדלקמן:

א. <u>במערכת הגאים מס' 1</u> - מחוג מס' 1
שבמחוון מערכת הגאים מראה קריאה נמוכה.

ב. <u>במערכת הגאים מס' 2</u> - מחוג מס' 2
שבמחוון מערכת ההגאים יראה קריאה נמוכה.

ג. <u>במשאבה שמאלית של מערכת שרת</u> - הלחץ
במחוון מערכת שרת ירד ל-2750 psi.

ד. <u>במשאבה ימנית של מערכת שרת</u> - כל
הקריאות תהיינה רגילות.

<u>הערות</u>

הידלקות רגעית של המנורה וירידה לחץ
במחוון מערכת שרת בזמן <u>הורדת</u> גלגלים
הן תופעות רגילות.



פרק ה

מערכת כוח פנימטית

ה-1. כללי

המערכת הפנימטית מספקת אוויר בלחץ גבוה לתפעול רגיל ולתפעול חירום של חופות תאי הטייסים, וכן להורדה בחירום של כן-הנחיתה והמדפים.

ה-2. מבנה המערכת

את לחץ האוויר יוצר מדחס המונע בלחץ הידרו-לי של מערכת השרת. המדחס מקבל את האוויר מהמנוע, מעלה את לחצו ל-3100^{+100}_{-50} psi ומעביר אותו דרך יחידת ייבוש לבקבוקים ומשם לצרכנים.

יחידת חישה ללחץ פנימטי, הנמצאת בתוך יחידת הייבוש, פותחת שסתום הידרולי להפעלת המדחס כאשר יורד הלחץ במערכת הפנימטית מתחת ל-3100^{+100}_{-50} psi. כאשר עולה הלחץ במער-כת ל-3100^{+100}_{-50} בקירוב, סוגרת יחידת החישה את השסתום ההידרולי וזה מפסיק את פעולת המדחס.

מהמדחס עובר כאמור האוויר ליחידת ייבוש הכוללת מפרד מים/אוויר וחומר חימי לייבוש האוויר. שסתומים חד-כיווניים מונעים פריקה חוזרת של האוויר הדחוס מהבקבוקים למדחס. מיחידת הייבוש מגיע האוויר בלחץ גבוה לצנרת המסתעפת אל הצרכנים. בקבוקי האוויר, המשמ-שים במצברים לאוויר דחוס הם:

א. בקבוק לפתיחה וסגירה של החופות (200 cu. in).

ב. בקבוק להשלכת החופה הקדמית בחירום (15 cu. in).

ג. בקבוק להשלכת החופה האחורית בחירום (15 cu. in).

ד. שני בקבוקים להורדת כן-נחיתה בחירום (2 × cu. in 100).

ה. בקבוק להורדת מדפים בחירום (300 cu. in).

המערכת כוללת כמו-כן משדר לחץ המותקן בקו הלחץ הראשי והמעביר את קריאות הלחץ למחוון הלחץ הפנימטי שבתא הטייס הקדמי, שסתום לבניית לחץ במערכת ממקור לחץ חיצוני. שסתומים חד כיווניים לפני הבקבובים, ובוחרים ושסתומים לבקרת הצרכנים והפעלתם.

ה-3. אופן הפעולה

לחץ הידרולי ממערכת השרת מניע את המדחס, המעלה את הלחץ הפנימטי בתוך המערכת.

אוויר, הנלקח מהדרגה ה-17 של מדחס המנוע עובר דרך יחידת הקירור של המכשירים האלק-טרוניים ונכנס למדחס המערכת הפנימטית כדי להפעילו. המדחס מזרים את האוויר בלחץ גבוה דרך שסתום כיוון אחד ליחידת הייבוש, שבה גם נמדד הלחץ ע"י יחידת החישה המפעילה ומפסיקה את פעולת המדחס בהתאם ללחץ הפני-מטי. לאחר תהליך הייבוש עובר האוויר דרך מערכת צינורות ושסתומים חד-כיווניים לבקבוקי הצרכנים. הפעלת אחד הבוחרים תפתח מעבר ללחץ אוויר אל הצילינדר המפעיל המתאים.

בכוח הלחץ הצבור בבקבוקים ניתן להוריד גלגלים ומדפים ולהפעל את החופות 6 עד 7 פעמים.

ה-4. אמצעי בקרה ופיקוח

אמצעי הבקרה והפיקוח מתחלקים בין שני התאים כדלקמן:

<u>תא קדמי:</u>

א. מחוון לחץ - מחוון הלחץ נמצא מתחת ללוח המכשירים הקדמי ומכויל ביחידות של 100 psi מ-1 עד 50.

ב. <u>ידית גלגלים (הורדה בחירום)</u>

משיכת ידית הגלגלים הרגילה תפתח מיכנית את בוחר לחץ האוויר להורדת גלגלים בחירום. מצייני מצב הגלגלים יפעלו כמו בפעולה רגילה.

ג. <u>ידית להורדת מדפים בחירום</u>

משיכת ידית הורדת מדפים בחירום כלפי מטה ואחורה, תפתח מיכנית את בוחר לחץ האוויר להורדה מלאה של מדפי שפת ההתקפה ולהורדה בחצי הטווח של מדפי שפת הזרימה. מצייני מצב המדפים יפעלו כמו בפעולה רגילה.

ד. <u>ידית לפתיחת החופה ברגיל</u>

ידית הנמצאת בצד שמאל של התא, מביאה לפתיחת החופה ברגיל ע"י הזזתה לאחור. עם תנועת הידית לאחור מגיע אוויר בלחץ לפתיחת הנועלים ולאחר-מכן אוויר בלחץ לפתיחת החופה. הזזת הידית לפנים תביא לפעולה בכיוון הפוך.

<u>הערה:</u>

תיאור מפורט של פעולת החופות מצוי בפרק הדן בחופות תאי הטייסים.

<u>תא אחורי:</u>

א. <u>ידית גלגלים</u> (הורדה בחירום)

משיכת ידית גלגלים בחירום EMER LDG GEAR תבצע אותה פעולה כמו משיכת הידית להורדת גלגלים שבתא הקדמי.

ב. <u>ידית להורדת מדפים בחירום</u>

משיכת הידית להורדת מדפים בחירום תבצע פעולה זהה לזו המתקבלת מהורדת מדפים בחירום מהתא הקדמי.

ג. <u>ידית לפתיחת החופה ברגיל</u>

תפעול החופה ברגיל -- כמו מהתא הקדמי.

ד. <u>לחיץ המערכת הפנימטית</u> (לוח לחיצים מס' 3)

לחיץ המערכת הפנימטית שבלוח לחיצים מס' 3 סוגר את המעגל החשמלי של יחידת הפיקוד. ע"י הוצאת הלחיץ תפסיק יחידת הפיקוד את פעולתה ולא יהיה מעבר ללחץ הידרולי להנעת המדחס.



פרק ו

הגאים וטייס אוטומטי

ו-1. כללי

א. מערכת ההגאים הראשיים כוללת את הגה-הגובה, את הגה הכיוון, את המאזנות והמחבלים.

ב. הפעלת כל ההגאים אפשרית משני התאים, ע"י מוט ההיגוי והדוושות. מערכות קישור סחב-דחף מעבירות את תנועות מוט ההיגוי והדוושות לצילינדרים הידרוליים, ואלה מניעים את משטחי ההיגוי.

ג. מערכת רגש מלאכותי נותנת לטייס תחושת הכוחות האווירודינמיים בהפעלת ההגאים.

ד. מקזז חשמלי שולט על מערכת הרגש המלא-כותי ובעזרתו יכול הטייס לשנות את הלחצים הפועלים על מוט ההיגוי.

ה. טייס אוטומטי מאפשר שמירת מצב הטיסה, שמירת כיוון ושמירת גובה לפי בחירת הטייס.

ו. מערכת קישור מאזנות - הגה-כיוון נכנסת לפעולה במהירות נמוכה לשמירת תיאום הטיסה.

ז. שלושה משככים (לגלגול, עלרוד וסבסוב) מופעלים חשמלית.

ו-2. מערכת בקרת הגלגול - מאזנות ומחבלים

א. <u>כללי</u>

מערכת בקרת הגלגול, האחראית לתמרון המטוס סביב ציר הגלגול, כוללת את תת-המערכות הבאות:

א. מערכת היגוי ידני (פעולת מוט ההיגוי).

ב. מערכת הטייס האוטומטי.

ג. מערכת קיזוז רגש מלאכותי.

ד. מערכת קישור מאזנות - הגה כיוון (ARI).

ה. מערכת הגברת היציבות (משכך).

המערכת בכללותה כוללת את המרכיבים

1) מוט ההיגוי.

2) מערכת מוטות להעברת התנועה.

3) שני צילינדרים להפעלת המאזנות (אחד בכל כנף).

4) ארבעה צילינדרים להפעלת המחבלים (שניים בכל כנף).

5) שני משככים.

6) מנוע קיזוז.

7) שתי מערכות קפיצים לקיזוז.

8) שני משדרי מצב מאזנות להפעלת מערכת קישור מאזנות - הגה-כיוון.

תחומי פעולת ההגאים: 30° מאזנות, 45° מחבלים.

ב. <u>פעולת המערכת</u>

הפעלת ההגאים נעשית בלחץ הידרולי של 3000 psi בדלקמן:

1) מאזנת ומחבלים בכנף ימין - ע"י מערכת מס׳ 2 ומערכת שרת.

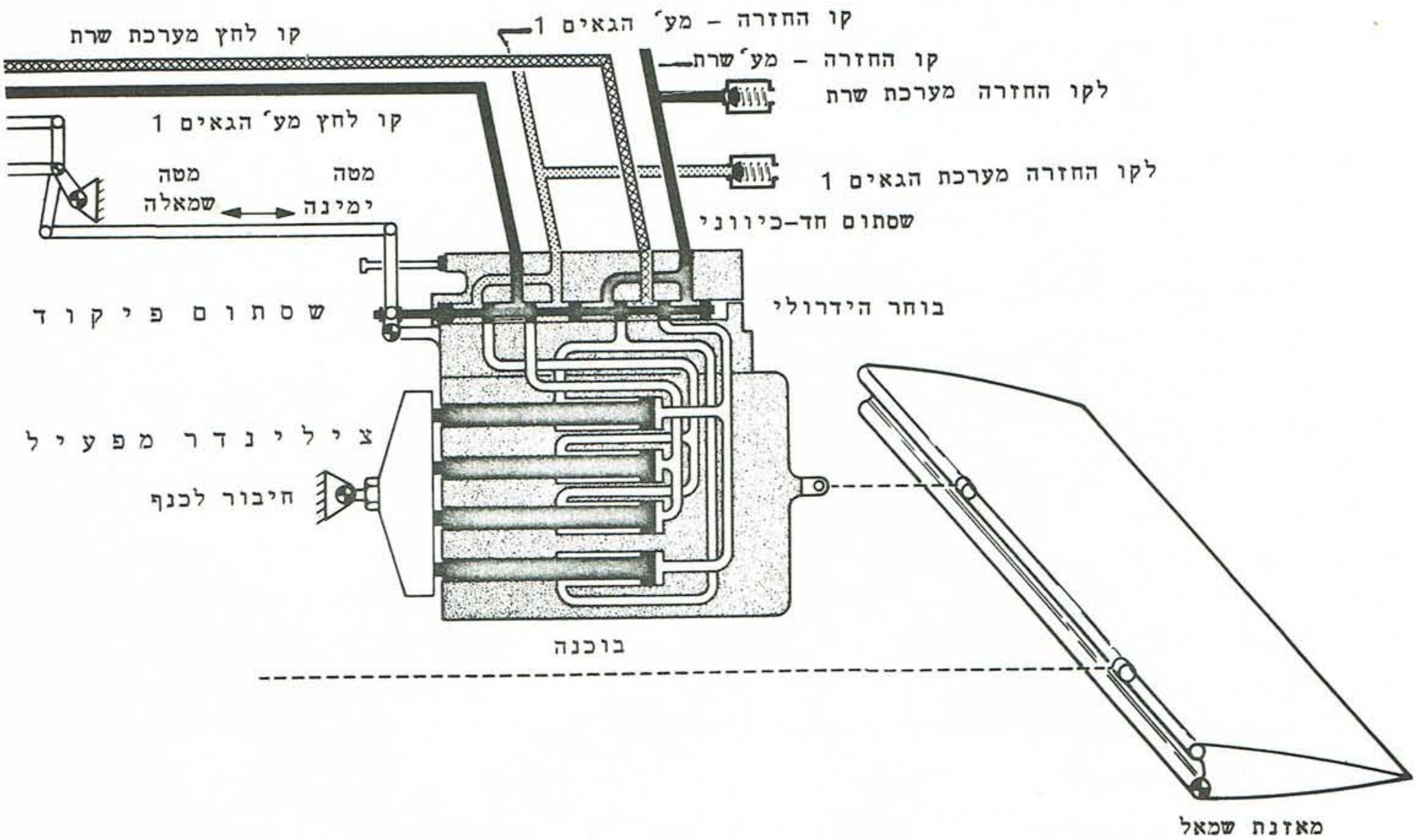
2) מאזנת ומחבלים בכנף שמאל - ע"י מערכת מס׳ 1 ומערכת שרת.

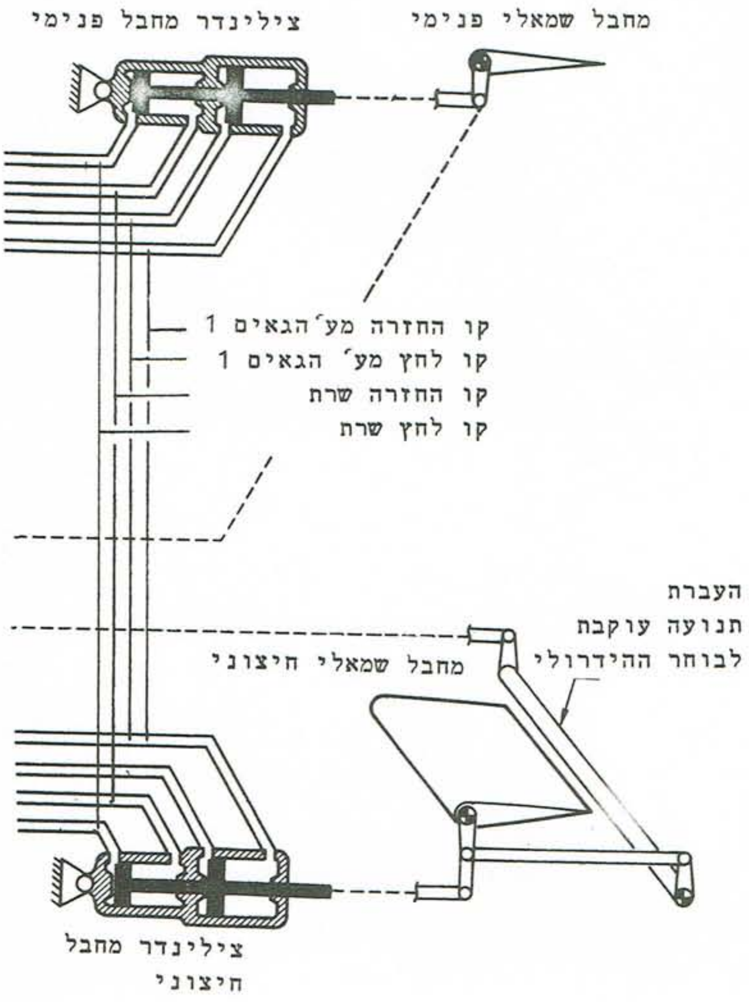
תנועת מטה ההיגוי מועברת לצילינדרים המפ-עילים באמצעות מוטות סחב-דחף, ואלה מפ-עילים את שסתומי הפיקוד (הבוחרים ההידרו-ליים) של הצילינדרים. קפיץ ביטחון - אחד בכל כנף - המווסת לכוח של 35 ליב׳, מאפ-שר את הפעלת מערכת המוטות בכנף אחת גם אם נתקעו המוטות בכנף השנייה. המשכך המותקן בכל כנף משמש לשיכוך רעידות משטחי ההיגוי. עם ביטול הלחצים חוזר המטה למצב האמצע.

א. <u>תיאור המרכיבים במערכת</u>

1) <u>צילינדר מפעיל של המאזנות</u>

הצילינדר המפעיל כולל 4 בוכנות מקבילות המחוברות לכנף. לחץ ההפעלה מגיע לשסתום הפיקוד (בוחר הידרולי) וממנו לתאי הבוכ-נות, וגורם לתנועת גוף הצילינדר (המחובר ישירות למאזנת) ביחס לכנף. גוף שסתום הפיקוד מחובר לגוף הצילינדר ונע יחד אתו.





בוחר שסתום הפיקוד הקשור מיכנית למוט היגוי, ובהגיע המאזנת לסוף מהלכה נסגר בוחר הלחץ והתנועה נפסקת. לחץ מערכת השרת מגיע לשתי הבוכנות הפנימיות ולחץ מער-כת הגאים 1 לשתי הבוכנות החיצו-ניות, כדי ליצור חלוקת לחצים סימטרית.

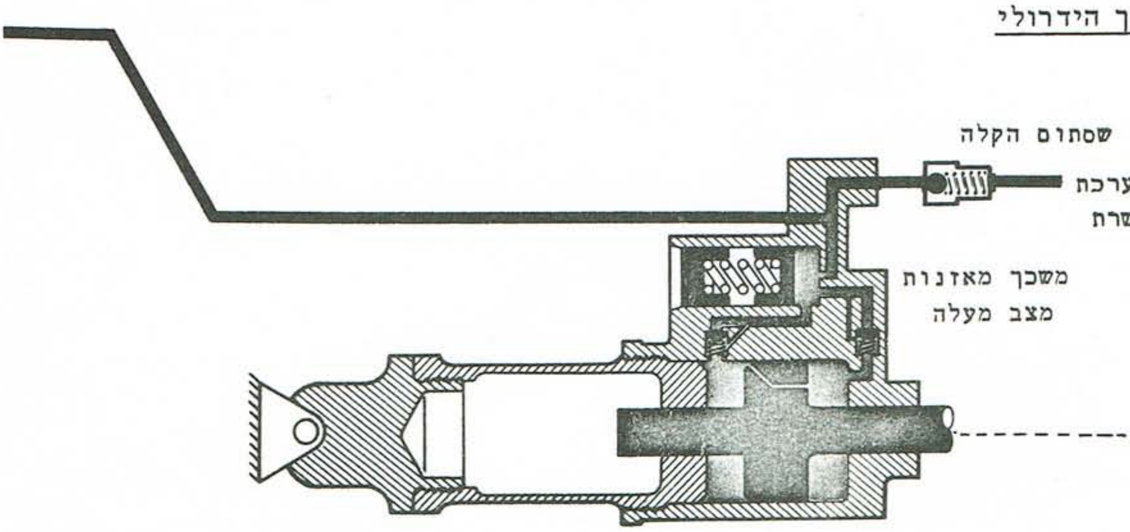
2) <u>הצילינדרים המפעילים של המחבלים</u>

הצילינדר המפעיל של המחבלים דומה בעיקרון פעולתו לצילינדר המאזנות, אך שונה ממנו במבנהו. זהו צילינדר דו-תאי שבו שתי הבוכנות מהוות גוף אחד ונעות ב"טנדם".

כל תא מחובר לשני קווים - קו לחץ וקו החזרה. תא אחד קשור למערכת הגאים 1 והתא השני - למערכת שרת. גוף הצילינדר מחובר לכנף, בעוד שהבוכנה מחוברת למחבל, וכל תנועה של הבוכנה

מניעה את המחבל. המחבל קשור למערכת של מוטות עוקבים הסוגרים את מעבר הלחץ בבוחר ההידרולי ברגע שמגיע המחבל לסוף מהלכו. הבוחר ההידרולי מבוקר, אם-כן, מצד אחד ע"י תנועת המטה, ומצד שני ע"י התנועה העוקבת של המחבלים. מאחר שכל מחבל מבוקר ע"י בוחר הידרולי נפרד, במקרה של תקלה באחד המחבלים, ימשיך השני לעבוד ללא הפרעה.

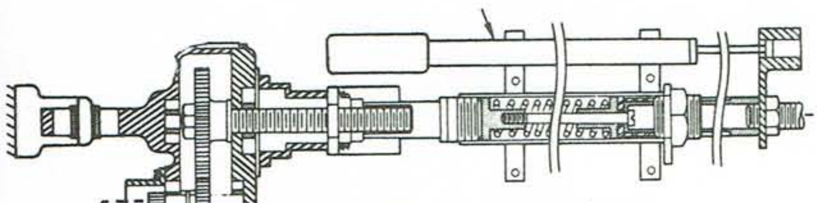
3) <u>משכך הידרולי</u>



במערכת הגאי הגלגול מותקן משכך הידרולי אשר תפקידו לשמש כעצר עליון לתנועת המאזנות ול-שיכוך תנועות נפנוף. המשכך ניזון בלחץ של מערכת שרת ואינו קשור לקו החזרה כלשהו. שסתומים חד-כיווניים מאפשרים כניסת שמן לתוך הצילינדרים ומונעים יציאת השמן ממנו. גוף המשכך מחובר לכנף בעוד שהבוכנה קשורה מיכנית ל-מאזנות. הבוכנה יכולה לנוע בתוך הצילינדר ב-תנועה איטית הנקבעת ע"י נקב צר העובר בתוך הבוכנה ומקשר בין שני תאי הצילינדר.

4) <u>מערכת קיזוז הגאי הגלגול, יחידת רגש מלאכותי ומשדר הקישור עם הגה-כיוון</u>

מערכת קיזוז הגאי הגלגול כוללת מתג קיזוז, מנוע, שני גלי הנעה גמישים ושני מפעילים בורגיים. כאשר מפעילים את מתג הקיזוז, מופעל המנוע ו-מסובב גלגלי שיניים המסובבים את הבורג המפעיל, המקנה לצילינדר תנועה קווית. המפעילים הבורגיים מחוברים בצדם האחד לגוף המטוס, ובצידם השני לתמסורת המחבלים והמאזנות. מטה ההיגוי עוקב בתנועתו אחר תנועת המשטחים. היחידה כוללת כמו-כן גוף גלילי, המכיל שני קפיצים המסודרים בטור. קפיץ אחד משמש כרגש מלאכותי, מתנגד לתנועת מוט ההיגוי וגורם להחזרת

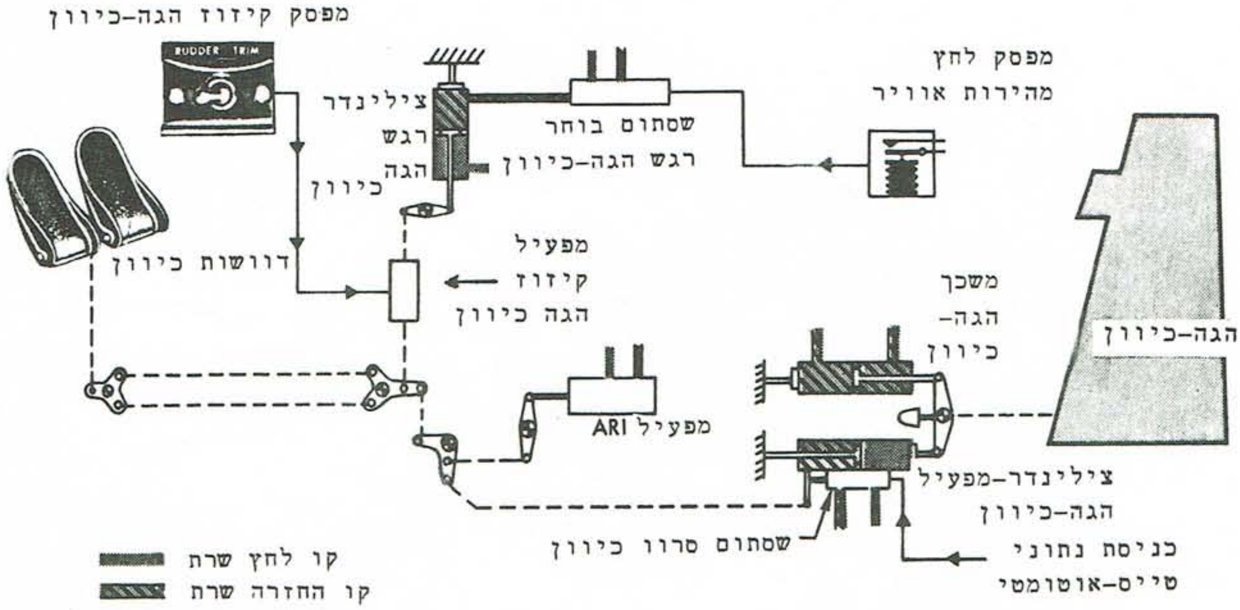


מפעיל בורגי ויחידה קפיצית

קפיץ שני, שהמתיחות בו נקבעת ע"י מנוע הקיזוז, משנה את נקודת הבסיס של הקפיץ הראשון וע"י כך משנה את מצב האמצע של מוט ההיגוי. כאמור, קיימות שתי יחידות כנ"ל - אחת לכל כנף. מנוע קיזוז אחד משרת את שתי היחידות.
המנוע נמצא במרכז הגוף, בין שתי היחידות, ומפעיל אותן באמצעות שני צירים טלסקופיים. נוסף על שני הקפיצים מכילה היחידה גם משדר מצב המודד את תנועת המוטות ממצב האמצע, ומעביר אותות חשמליים, בהתאם לצורך, להפעלת הגה הכיוון בזמן הדרוש. תחום פעולת המקזז הוא שליש מתחום פעולת המטה -



ו-3. מערכת הגה-כיוון



א. <u>כללי</u>

הגה הכיוון מורכב בהמשך לשפת הזרימה של מייצב הכיוון. מגבלות תנועתו 30° ממצב האמצע לכל כיוון. המערכת כוללת את המרכיבים העקריים הבאים:

1) דוושות היגוי.
2) מוטות סחב-דחף.
3) כבלים להעברת כוח .
4) צילינדר-מפעיל.
5) מערכת קיזוז ורגש מלאכותי.
6) מערכת קישור הגה-כיוון-מאזנות.
7) מערכת התראת זווית התקפה.
8) משכך רעידות.
9) צילינדר-מפעיל בלתי הפיך הכולל . שסתום פיקוד.

ב. <u>פעולת המערכת</u>

1) תנועת הדוושות מועברת לצילינדר-המפעיל באמצעות מערכת סחב-דחף הכוללת מוטות וכבלים.
2) פקודות הפעלה של מערכת הקיזוז ויחידת הרגש המלאכותי מתקבלות ע"י מערכת המוטות.
3) פקודות הפעלה של הטייס-האוטומטי ומשכך הסבסוב מועברות ישי-רות לשסתום הפיקוד החשמלי של הצילינדר המפעיל.

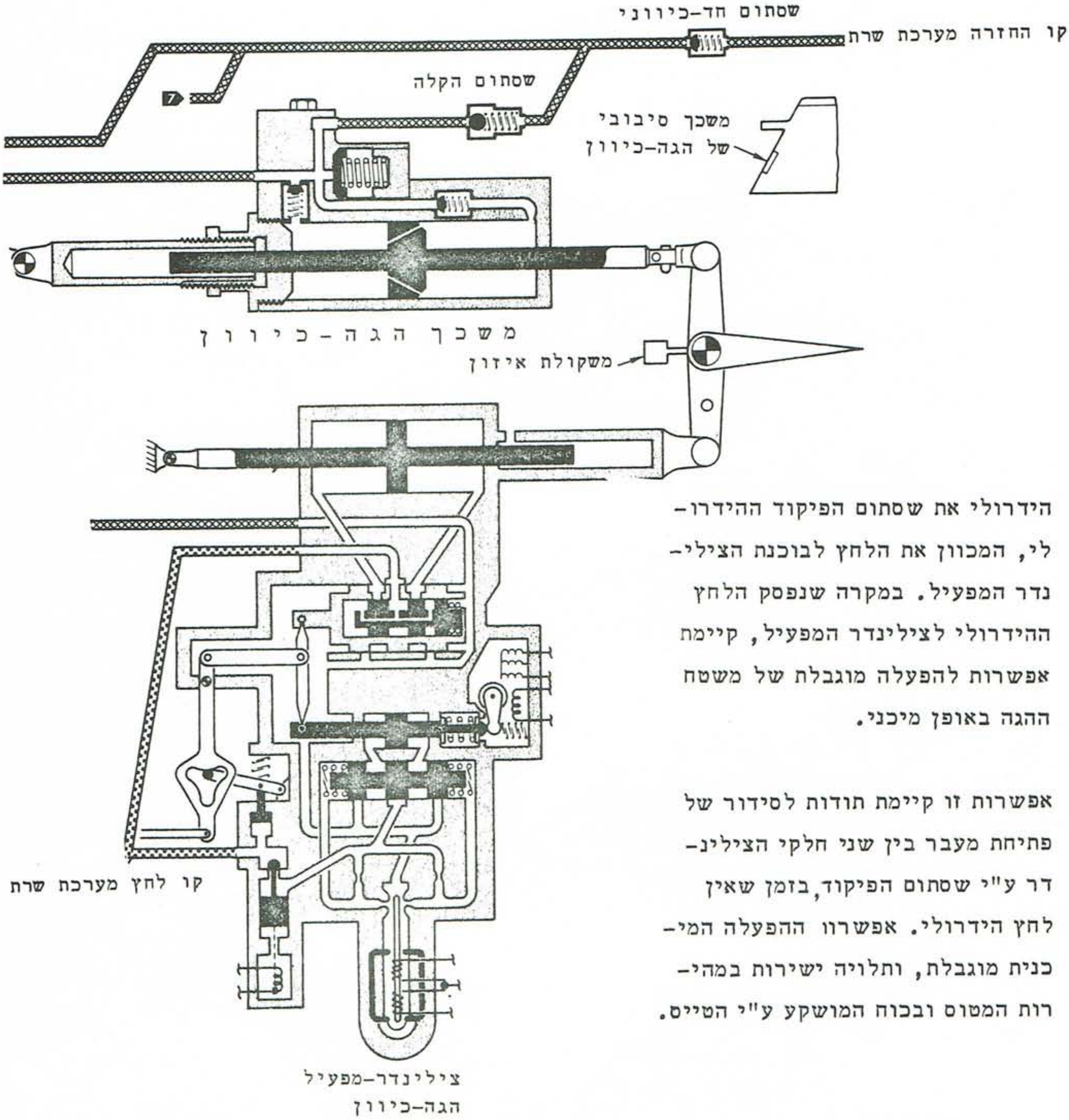
ג. <u>תיאור מרכיבי המערכת</u>

1) <u>דוושות הכיוון</u>

דוושות הכיוון מחוברות למערכת המוטות באמצעות מרימים בורגיים. המרימים הבורגיים מאפשרים כוונון הדוושות להתאמה מדויקת. הדוושות מוצמדות גם לשסתומי הבלימה, כך שלחיצה עליהן מפעילה גם את הבלמים. דוושות הגה הכיוון משמשות גם להיגוי גלגל אף כאשר לוחץ הטייס על כפתור היגוי גלגל אף שעל ידית המטה.

2) <u>צילינדר מפעיל הגה כיוון</u>

בהפעלה רגילה, מעבירים המוטות את תנועת הדוושות ישירות לשסתום הפיקוד, וזה מכוון את הלחץ ההידרולי לאחד משני צידי הבוכנה של הצילינדר המפעיל.
בהפעלה חשמלית, מועבר הלחץ ההידרולי לפי פיקוד שסתום חשמלי המקבל את הוראות הטייס האוטומטי או המשכך. שסתום זה מפעיל באופן



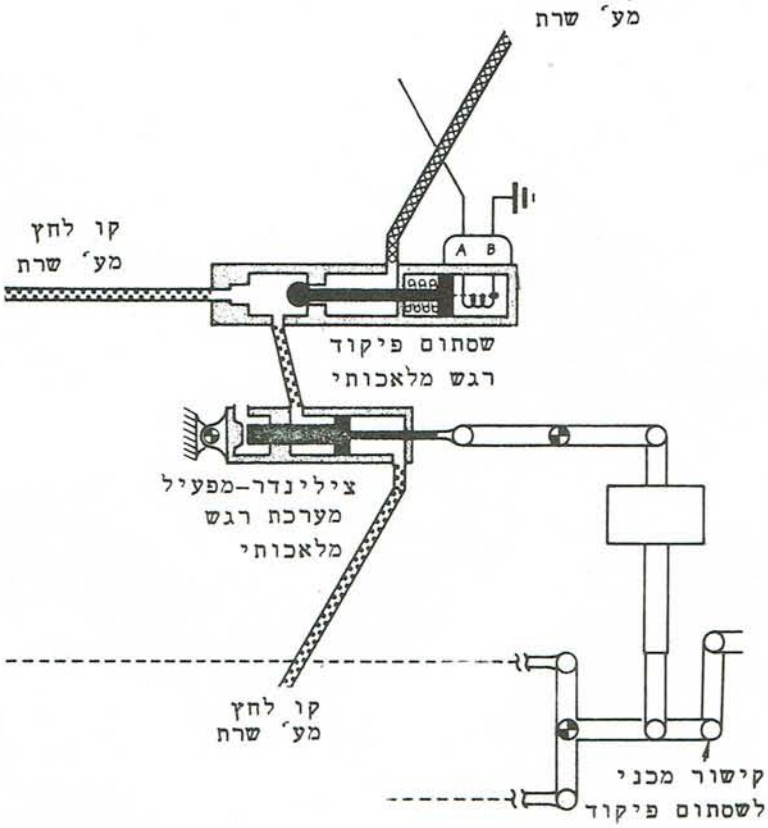
הידרולי את שסתום הפיקוד ההידרולי, המכוון את הלחץ לבוכנת הצילינדר המפעיל. במקרה שנפסק הלחץ ההידרולי לצילינדר המפעיל, קיימת אפשרות להפעלה מוגבלת של משטח ההגה באופן מיכני.

אפשרות זו קיימת תודות לסידור של פתיחת מעבר בין שני חלקי הצילינדר ע"י שסתום הפיקוד, בזמן שאין לחץ הידרולי. אפשרוו ההפעלה המיכנית מוגבלת, ותלויה ישירות במהירות המטוס ובכוח המושקע ע"י הטייס.

3) <u>מערכת קיזוז ורגש מלאכותי</u>

מערכת הקיזוז והרגש המלאכותי פועלת על המוטות המעבירים את תנועת הדוושות לצילינדר המפעיל. המערכת פועלת במקביל לדוושות וגורמת לתזוזת ההגה יחד עם הדוושות.

<u>מערכת הרגש המלאכותי</u> כוללת צילינדר-מפעיל הידרולי המקבל לחץ ממערכת השרת. לחץ מערכת השרת נכנס לשני צידי הצילינדר-המפעיל של מערכת הקיזוז שבו שטח הבוכנה בצד אחד קטן משטח הבוכנה בצדה השני. הבדל שטחים זה מאפשר לקבל כוחות שונים המתנגדים להפעלת ההגה - אחד לתחום המהירויות הנמוכות (2.6 ליב' על כל מעלה של הטיית ההגה) והשני לתחום המהירויות הגבוהות (11.5 ליב' לכל מעלה של הטיית ההגה). החלפת הלחצים נעשית ע"י שסתום חשמלי המופעל באמצעות מתג דו-מצבי ע"י הלחץ הדינמי הנכנס לצינור הפיטו. השסתום פורק את הלחץ מצד אחד של הבוכנה לקו ההחזרה.



מהירויות החלפת הלחצים הן כדלקמן:
בהאצה - בין 228 ל-252 קשר
ובהאטה - בין 232 ל-218 קשר.
צילינדר הרגש המלאכותי משמש גם להחזרת ההגה למצב האמצע. עם הרפיית הלחץ מהדוושות דוחף הלחץ את הבוכנה למקומה הראשון ומחזיר את ההגה למצב האמצע.

<u>מערכת קיזוז</u>

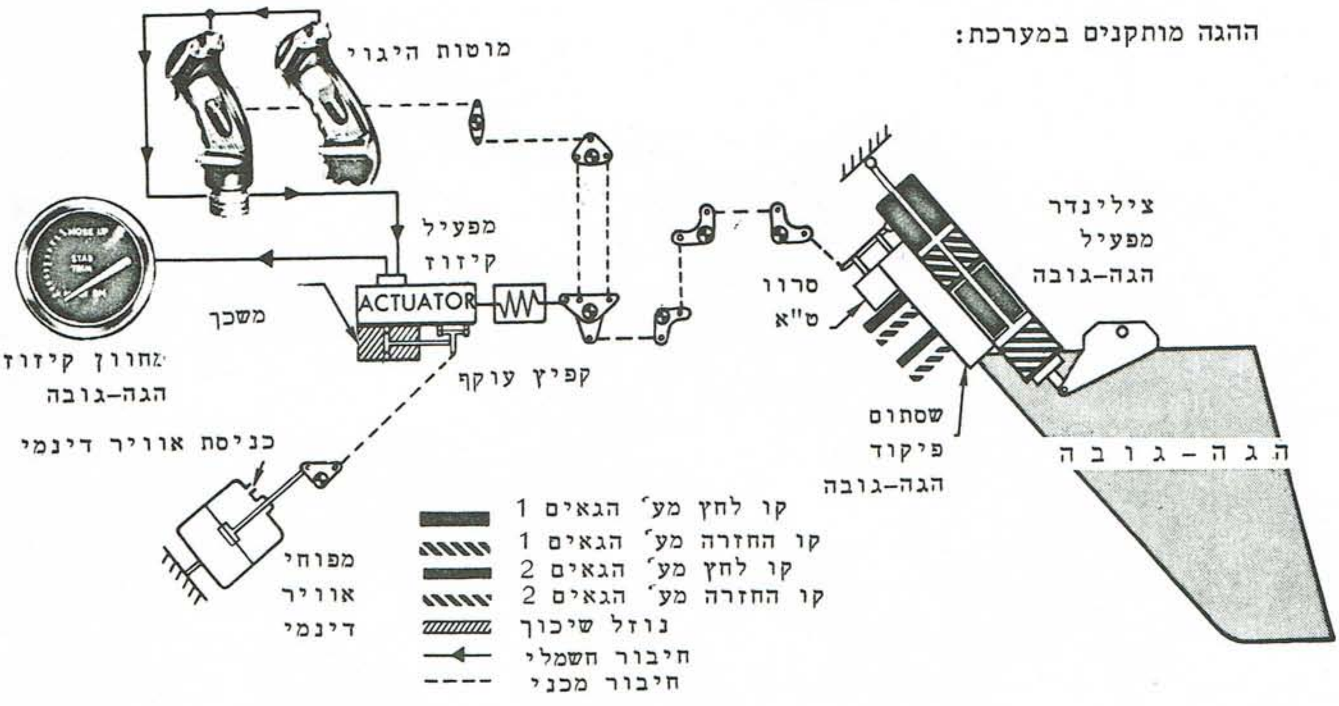
קיזוז הגה כיוון מושג ע"י מנוע חשמלי המאריך או מקצר מוט, הנמצא בין צילינדר הרגש המלאכותי לבין מערכת מוטות ההפעלה. תחום השפעת המקזז הוא ±7.5° ממצב האמצע, לכל צד של ההגה.

4) <u>צילינדר-מפעיל לקישור הגה-כיוון מאזנות (ARI)</u>

צילינדר זה מחובר בצידו האחד למבנה ובצידו השני למערכת מוטות ההפעלה של הגה-הכיוון. הוא כולל בוכנה אחת ומפעיל את מערכת המוטות על-פי הוראה חשמלית המתקבלת ממגבר. לחץ להפעלת הצילינדר מתקבל ממערכת השרת. המגבר מקבל אותות ממשדר מצב המאזנות ומופעל רק כאשר המדפים במצב מטה והמהירות מתחת למגבלת המהירות המותרת להורדתם (מפסק חשמלי המקבל נתוני לחץ מצינור הפיטו).
כל הפעלה של המאזנות בתחום זה תלווה ע"י הפעלה מתאימה של הגה הכיוון. כמות ההגה המירבית שיכולה המערכת להפעיל היא 15° בזמן שמשכך הסבסוב (ט"א) מופעל ו-10° בזמן שהמשכך מנותק.
הצילינדר מחובר למערכת המוטות כך שתנועתו מפעילה את שסתום הפיקוד של הצילינדר-המפעיל, אולם אינה מזיזה את הדוושות שבתא-הטייס.
לפירוט יתר, ראה סעיף "משככים" ופרק "טייס-אוטומטי".

5) <u>משככי רעידות</u>

שני משככים למניעת רעידות ופרפור ההגה מותקנים במערכת:



האחד מורכב בבסיס ההגה במקום שבו מתחבר הצילינדר המפעיל, ומחובר לקו ההחזרה של מערכת השרת. השני - יותר קטן - בעל מערכת סגורה ואינו קשור למקור אספקת לחץ חיצוני, מורכב על ציר ההגה, בחלקו העליון של המייצב.

6) <u>מערכת אזהרה מפני הזדקרות.</u>

המערכת מורכבת ממנוע המסובב גלגל אקסצנטרי ומורכב על הדוושה השמאלית של הגה הכיוון בתא הקדמי. המנוע מקבל פקודות הפעלה ממד-זווית ההתקפה ומרעיד את הדוושה החל מ-22.3 יחידות זווית התקפה. אם יחידת האזהרה אינה מספיקה לפעול בגלל תקלה, ניתן להפסיקה ע"י משיכת הלחיץ.

אם גשוש המערכת יהיה בהתקרחות, מערכת האזהרה לא תפעל כהלכה.

<u>שים-לב!</u>

כאשר לחיץ חימום זווית ההתקפה בחוץ, עובר מתח להיגוי גלגל האף

היגוי גלגל האף בטעות לחוץ, תגרום הפעלת הגה הכיוון גם להטיית גלגל האף.

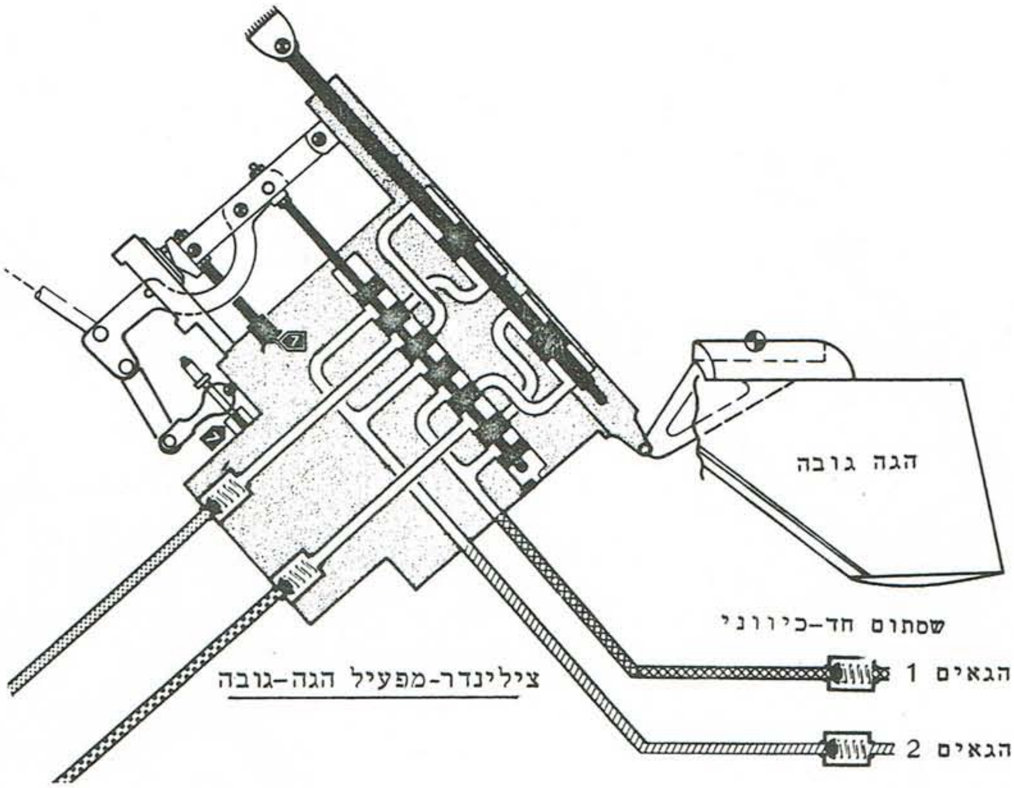
ו-4. מערכת הגה-גובה

א. <u>כללי</u>

הגה גובה כולל שני משטחי היגוי המוטים באנהידרל של 23.5 מעלות. משטחים אלה משמשים הן כמייצבים והן כהגאי גובה. חלקי המשטחים הקרובים לגוף עשויים טיטניום, כדי שיוכלו לעמוד בטמפרטורות הגבוהות של הגזים הנפלטים מהמנועים. תחום תנועת ההגה כלפי מעלה הוא 20°, וכלפי מטה 8°.

כמו-כן מצויד ההגה בכנפון קדמי המגביר יעילותו האווירודינמית ומונע הזדקרותו גם בתנאי טיסה קיצוניים. מערכת ההפעלה כוללת: צילינדר מפעיל, מוטות סחב-דחף, כבלים, מערכת קיזוז, רגש מלאכותי וסרוו טייס-אוטומטי.

ב. <u>צילינדר-מפעיל הגה-גובה</u>



<u>צילינדר-מפעיל הגה-גובה</u>

הצילינדר בנוי מגוף בעל בוכנה כפולה ומוזן ע"י לחצים הידרוליים המתקבלים ממערכות הגאים 1 ו-2. הלחצים נשלטים ע"י שסתום פי-קוד המבוקר ע"י מערכת של שסתומים מיכניים וחשמליים המקבלים פקודות ממוט היגוי, ממש-כך העלרוד ומהטייס האוטומטי. מוט הבוכנה קשור לגוף המטוס בעוד שגוף הצילינדר קשור להגה עצמו.

מערכת המוטות המפעילה את שסתום הפיקוד בנויה כך שהפעלת ההגה ע"י הטייס האוטומטי מועברת למוט היגוי, בעוד שהפעלתו ע"י המש-כך אינה מורגשת ע"י הטייס. הטייס-האוטומטי ומשכך העלרוד פועלים בעזרת לחץ מערכת הגאים 1, והפעלתם אינה אפשרית אם יש תקלה במערכת זו.

במטוסים מבלוק 40 ומעלה, מספק מנוע העזר (APU) לחץ הידרולי לצד מערכת הגאים 1 של צילינדר-מפעיל-הגה-גובה במקרה של תקלה במערכת הגאים 1.

ג. <u>מערכת קיזוז ורגש מלאכותי</u>

7 1) <u>מרכיבים עקריים</u>

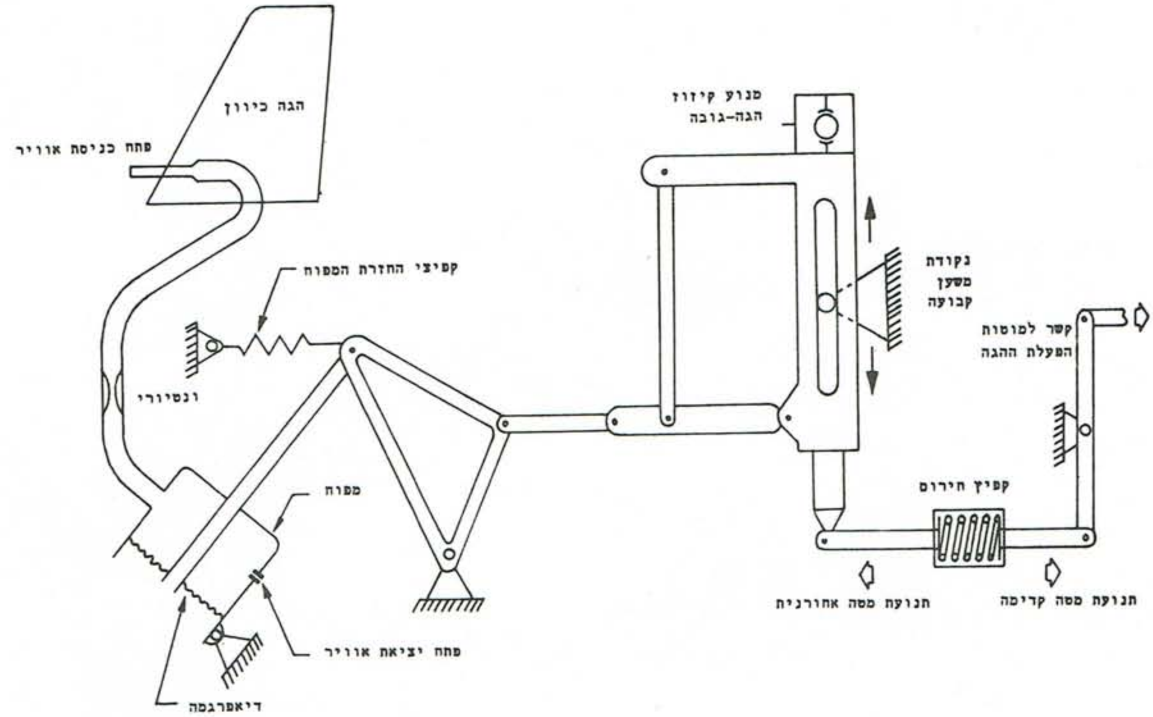
מערכת הקיזוז והרגש המלאכותי בנויה משלושה מרכיבים שיחס הכוחות ביניהם קובע את מקום ההגה ואת הלחץ המורגש ע"י הטייס. מרכיבי המערכת הם: משקלות איזון, מקזז ומפוח אוויר דינמי.

א) <u>משקלות איזון</u>

משקלות האיזון מורכבות בב-סיס מוט ההיגוי כך שהתנגדותן להפעלת ההגה גדלה עם הגדלת תנועת ההגה ועם הגברת העומס (g) על המטוס. כוח ההתנגדות שהמשקלות מספקות הוא 3 ליב' על כל g הפועל על המטוס.

ב) <u>מפוח אוויר דינמי</u>

מפוח האוויר הדינמי בנוי מצילי-נדר פשוט המקבל לחץ אוויר מצי-נור המורכב על מייצב הכיוון. בצילינדר ישנה דיאפרגמה



<u>מערכת רגש-מלאכותי - עלרוד</u>

עם שינוי לחץ האוויר בעקבות שינוי מהירות הטיסה, משתנה מקומה של הדיאפרגמה ויחד עמה גם מוט ההפעלה. באופן זה גדל הכוח המסופק ע"י המפוח למערכת הרגש המלאכותי עם גדול מהירות הטיסה. קפיץ, המחובר במקביל למוט המפוח, מספק את הלחץ הדרוש למערכת בזמן שהמהירות נמוכה מאוד, עד 0. במקרה של התקרחות המפוח תמשוכנה המשקלות את המטה קדימה לגמרי, ללא הבדל במצב הקיזוז.

ג) <u>המקזז</u>

המקזז מורכב ממנוע המניע מוט משני צידיה של נקודת משען קבועה. לקצהו של המוט מתחברים מצד אחד מוט ההפעלה של מוט ההיגוי (עליו פועל לחץ המשקלות), ומצד שני מפוח האוויר הדינמי.

שני הכוחות פועלים אחד כנגד השני והאיזון ביניהם נקבע בהתאם למקומה של נקודת המשען - כלומר ע"י המקזז . תנועת המטה מועברת למערכת הרגש המלאכותי והקיזוז בעזרת קפיץ ביטחון. אם הטייס רוצה להתנגד לכוח המקזז, או במקרה

של תקלת מקזז המביאה את המערכת למצב קיצוני, מספיק כוח של 20 ליב׳ כדי להתגבר על כוח הקפיץ, ואין זה חשוב באיזה מצב נמצא מנוע הקיזוז.

2) פעולת המערכת

שני הכוחות המשפיעים על הלחץ הפועל על המטה הם כוח משקלות האיזון וכוח מפוח האוויר הדינמי. מנוע הקיזוז משמש לאיזון שני כוחות אלה ולהסרת הלחצים מהמטה. במצב טיסה מקוזז, שווה כוח משקלות ה-איזון לכוח מפוח האוויר הדינמי. בלחץ דינמי קבוע יכול כוח המפוח להשתנות ע"י שינוי זרוע המומנט שלו. אורך זרוע המומנט נקבע ע"י מנוע הקיזוז. עם שינוי תנאי הטיסה (שינוי מהירות או גובה) ישתנה הלחץ הדינמי, והכוח המוכנס ע"י המפוח למערכת ישתנה. הפעלת מנוע הקיזוז תגרום לשינוי זרוע ה-מומנט של המפוח, להחזרת הכוח לקדמותו ולהסרת הלחץ ממוט ההיגוי. אם הטייס מפעיל את מוט ההיגוי וגורם לתאוצה (g) של המטוס, ישתנה הכוח המוכנס למערכת ע"י משקלות האיזון, וחוסר האיזון יורגש כלחץ על המטה. כדי לשחרר לחץ זה, יפעיל הטייס את המקזז אשר ישנה שוב את זרוע המומנט של המפוח ויגרום לאיזון מחודש של המערכת ולהסרת הלחץ ממוט ההיגוי.

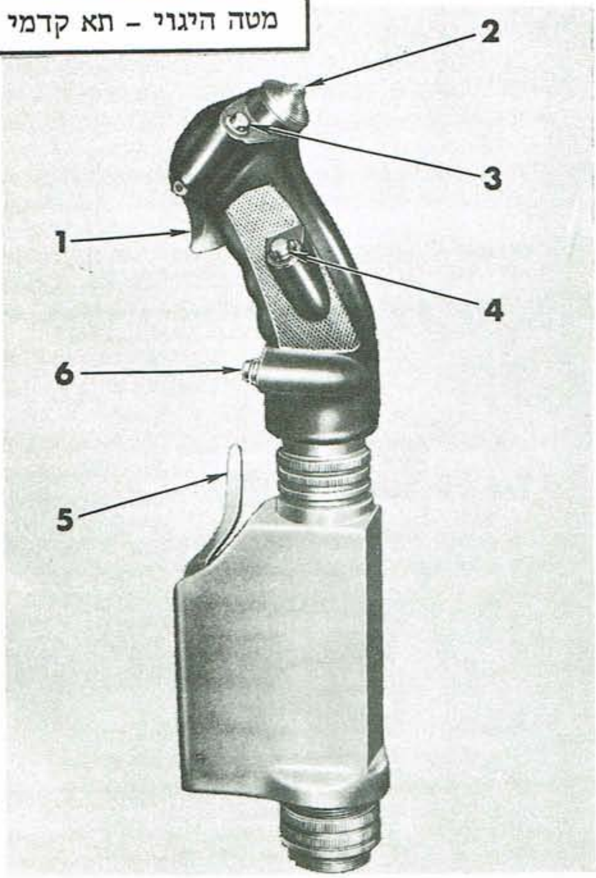
3) סרוו טייס אוטומטי

מערכת הטייס-האוטומטי מעבירה פקודות ל-שסתום הפיקוד של צילינדר-מפעיל-הגה-הגובה, באותו האופן שעושה זאת מוט ההיגוי. בעקבות הפעלת ההגה ע"י הטייס-האוטומטי, נע גם מוט ההיגוי בהתאם.

הערה:

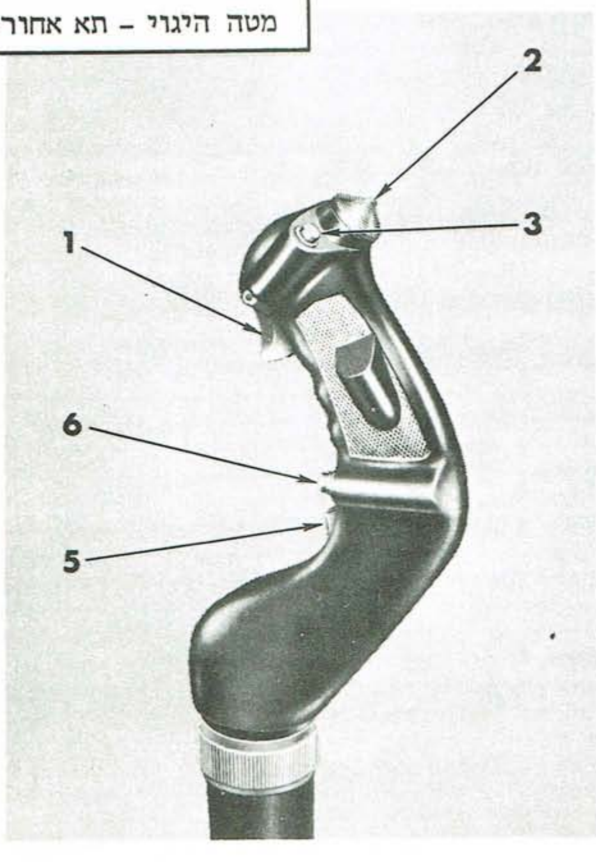
במטוסים מבלוק 43 ומעלה מספקת מערכת APU כוח הידרולי בחירום. מערכת זו נכנסת לפעולה כאשר הלחץ במערכת הגאים מס׳ 1 נמוך מ-1500 psi.

מטה היגוי - תא קדמי



1. הדק תותחים
2. כפתור קיזוז
3. כפתור שחרור פצצות
4. כפתור ניתוק תדלוק באוויר
5. שחרור מהיר בחירום
6. היגוי גלגל-אף וניתוק שמירת כיוון

מטה היגוי - תא אחורי



מוט ההיגוי הוא האמצעי העיקרי לשליטה על המטוס. תנועות מוט ההיגוי מועברות להגה הגובה, למאזנות ולמחבלים באמצעות מוטות סחב-דחף וארכובות. מוט ההיגוי כולל כמו-כן 6 מתגי בקרה:

א) הדק תותחים - מתג חשמלי להפעלת התותחים.

ב) כפתור שחרור פצצות - להפצצה ולשיגור טילים.

ג) מתג קיזוז - מתג חשמלי אשר תנועתו קדימה ואחורה מפעילה את מקזז הגובה, ותנועתו לצדדים מפעילה את מקזז המאזנות.

ד) כפתור היגוי גלגל-אף ושחרור שמירת כיוון והטייה של הטייס-האוטומטי.

ה) ידית לניתוק מהיר של הטייס-האוטומטי, מערכת נגד החלקה, המשככים ומערכת שילוב מאזנות הגה-כיוון (ARI).

ו) כפתור נצירת כוונת (זרם של 250 מטר לכוונת) וניתוק תדלוק באוויר.

מוט ההיגוי האחורי שונה במקצת בצורתו ואינו כולל את אפשרויות הירי, ההפצצה ונצירת הכוונת.

5) <u>הדוושות</u>

באמצעות הדוושות ניתן להפעיל מספר מערכות כדלהלן:

א) הפעלת הדוושות באוויר מפעילה את צילינדר הגה הכיוון באמצעות מוטות, כבלים וארכובות.

ב) הפעלת הדוושות על הקרקע יחד עם לחיצת כפתור היגוי קרקע, גורמת להיגוי הגלגל הקדמי בהתאם לתנועת הדוושה.

ג) לחיצת הדוושות סביב ציר הרוחב שלהן באמצעות קצות כף הרגל מפעילה את הבלמים.

ד) התראה על זווית התקפה גבוהה

(22.3 יחידות) ניתנת ע"י הרעדת הדוושה השמאלית (תא קדמי בלבד).

ויסות מרחק הדוושות נעשה באמצעות ידית הממוקמת במדף המכשירים התחתון.

<u>הערה:</u>

הכוח הדרוש להפעלת הגה-הכיוון מהתא האחורי גדול פי 1.55 מהכוח הדרוש מהתא הקדמי.

מערכת הטייס-האוטומטי

ו-5. **כללי**

א. מערכת הטייס האוטומטי הנה מערכת הידרו-חשמלית שתפקידה לתת למטוס תכונות יציבות בתמרון ותיאום ההגאים בשלושת הצירים. המערכת פועלת בשלושה ערוצים נפרדים: עלרוד, גלגול וסבסוב, ומופעלת בשני אופני פעולה:

1) הגברת היציבות ע"י משככים.

2) טייס-אוטומטי.

ב. <u>בהגברת היציבות</u> "חשה" המערכת כל תנועה סביב צירי הסבסוב, העלרוד והגלגול באמצעות יחידות ג'ירו שיעורי ומד-תאוצה. כל שינוי במצב הטיסה סביב שלושת הצירים האמורים מביא את יחידות ה"חישה" לשדר אותות המייצגים את גודל התנועה הנעשית סביב הציר המתאים ובסחיפה. אותות אלה משודרים לשסתומי הפיקוד של ההגאים המתאימים המפעילים את ההגאים בהתאם. מערכות שיכוך אלו מגבירות את יציבות המטוס ע"י כך שהן מתנגדות לשינוי במצב הטיסה הקיים, אולם אינן מסוגלות להחזיר את המטוס למצב הטיסה שקדם לשינוי או להפרעה החיצונית.

ג. <u>בהפעלת הטייס האוטומטי</u> (AFCS MODE) נוספות לטיסה התכונות הבאות:

1) שמירת כיוון.

2) שמירת גובה.

3) שמירת מצב הטייה.

4) שמירת מצב האף.

כדי לקבל כל אחת מהתכונות הנ"ל, חייבות שלוש מערכות הייצוב להיות מחוברות והמטוס במוד ההפעלה המבוקש של הטייס האוטומטי.

ו-6. תיאור המרכיבים

א. מערכת הטייס-האוטומטי כוללת את המרכיבים העקריים הבאים:

1) מגברים - בלתי תלויים, לערוצים: עלרוד סבסוב וגלגול. המגברים משרתים את מערכות הייצוב ואת הטייס-האוטומטי כאחת.

2) שלוש יחידות ג'ירו - מודדות את שיעור שינוי התנועה סביב שלושת הצירים.

3) שני מדי-תאוצה - מודדים את תאוצת המטוס סביב ציר הגלגול (לפעולת משכך הסבסוב), וסביב ציר העלרוד (לפעולת הטייס-האוטומטי).

4) מוט היגוי - קשור לדינמומטר ולמערכת של מפסקי מגע, המשרתים את הטייס האוטומטי במישורים עלרוד וגלגול.

5) מערכת קיזוז אוטומטי - פועלת סביב ציר העלרוד (טיים אוטומטי).

6) מערכות סרוו חשמליות - מעבירות את פקודות מערכות הייצוב והטייס-האוטומטי אל ההגאים.

7) לוח בקרה - כולל: שלושה מתגים למערכות הייצוב, מתג להפעלת הטייס האוטומטי ומתג לשמירת גובה.

ב. נוסף על היחידות המרכיבות את המערכת, קשור הטייס האוטומטי לעוד מספר מערכות במטוס מהן הוא מקבל נתוני הפעלה:

1) מרכז אווירודינמי - מעביר לטייס האוטומטי נתונים משתנים בהתאם ללחץ הסטטי, למספר המאך ולמהירות האוויר האמיתית. כמו-כן הוא מספק התייחסות למעגל שמירת הגובה.

2) מרכז ג'ירו משני - מעביר למערכת נתוני הטייה, עלרוד וסבסוב (במצב "STBY") עבור הטייס האוטומטי בלבד.

3) מרכז אינרציאלי - מעביר למערכת נתוני סבסוב (במצב "PRIM").

ג. מאחר שמערכות הייצוב ("משככים") מהוות חלק בלתי נפרד מהטייס האוטומטי, ינתן ההסבר לפעולת המערכת לפי שלושת צירי התמרון, ויקיף את פעולת מערכת הייצוב ואת פעולת הטייס האוטומטי בהקשר לאותו הציר.

ו-7. פעולת הטייס האוטומטי במישור העלרוד

א. כללי

במישור העלרוד קיימות שתי אפשרויות פעולה: פעולה במוד ייצוב (משכך) ופעולה במוד טייס-אוטומטי. במישור זה כוללת המערכת מגבר המקבל נתונים מג'ירו עלרוד במצב משכך בתוספת נתונים מהמרכז האווירודינמי וממרכז הג'ירו, ולחץ על מוט ההיגוי במצב טייס-אוטומטי.

ב. פעולת המערכת במוד ייצוב-עלרוד (משכך)

קריאות הג'ירומטר מועברות למגבר המוציא פקודות תנועה לצילינדר המפעיל של הגה הגובה באמצעות שסתום הפיקוד. קריאות אלו מועברות דרך שני מעגלי ביטול - אחד של תדירות נמוכה, כדי למנוע התנגדות המשכך לפעולת הטייס, והשני של תדירות גבוהה מאוד, כדי למנוע רעידות הגה-גובה כתגובה על רעידות גוף שהן תופעה רגילה.

פקודת המגבר מועברת למערכת סרוו של הטייס האוטומטי המפעילה את שסתום הפיקוד. ברגע שבוצעה הפעולה הדרושה, נשלח נתון חוזר של מצב ההגה למגבר, המפסיק את פעולתו. מערכת הייצוב אינה מקבלת כל שינויי הגברה הנובעים

מנתוני הטיסה, וגודל התיקון נשאר קבוע בשיעור מירבי של $\pm 0.5°$ בכל תחום הטיסה.

ג. <u>פעולת הטייס האוטומטי</u>

נוסף על פעולת השיכוך מסוגל הטייס האוטומטי למלא שני תפקידים חשובים במישור העלרוד:

1) שמירת גובה.

2) שמירת מצב אף.

לצורך מילוי שני התפקידים האלה מוכנסים לערוץ העלרוד במצב טייס-אוטומטי נתוני עלרוד ממרכז הג׳ירו ונתוני גובה מהמרכז האווירודינמי. כמו-כן מוכנסים למעגלי המגבר נתוני מהירות אוויר אמיתית, נתוני מאך ולחץ דינמי, כדי ליצור תגובות מתאימות בהתאם לשינויים האווירודינמיים, ולנתוני הפעלה של הטייס המתקבלים ע"י דינמומטר המטה.

ד. <u>פעולת דינמומטר מוט ההיגוי</u>

עם חיבור הטייס-האוטומטי ננעלים מוטות ההפעלה של מערכת מוט ההיגוי אל הצילינדר המפעיל ומרגע זה כל תנועה של צילינדר ההגה תביא בהכרח לתנועה מתאימה של מוט ההיגוי. תנועת ההגה מועברת ע"י דינמומטר מוט ההיגוי הנמצא בבסיס מוט ההיגוי של התא הקדמי בלבד.

כדי לסגור את מגע הדינמומטר בכיוון אף מטה דרוש כוח של 3.75 ± 0.25 ליב׳, ובכיוון אף מעלה - כוח של 2.55 ± 0.25 ליב׳. מרגע שנסגרים מגעי הדינמומטר, הוא מעביר מתח חשמלי למגבר בהתאם לכוח המופעל ע"י הטייס על מוט ההיגוי.

פקודות הדינמומטר מועברות למגבר דרך מעגל תיקון מהירות אוויר אמיתית. כיון שהדינמומטר מורכב רק בתא הקדמי, אין אפשרות להטיס את המטוס מהתא האחורי כאשר הטייס האוטומטי מופעל.

ה. <u>שמירת מצב אף</u>

נתוני מצב האף נכנסים למגבר במקביל לנתוני מצב מוט ההיגוי ממרכז הג׳ירו. מרגע שמרפה הטייס את הלחץ ממוט ההיגוי, נפתחים מגעי הדינמומטר וקריאת מצב האף משקפת את ייחוס המגבר. כל סטייה של המטוס מייחוס זה "תורגש" ע"י הג׳ירו ותלווה במתן פקודה מתאימה להגה הגובה אשר יחזיר את המטוס למצבו הקודם.

ברגע שיפעיל הטייס לחץ מחודש על מוט ההיגוי, ייסגרו מגעי הדינמומטר. פעולה זו תבטל את שליטת הג׳ירו על ההגה, ומתח הדינמומטר המועבר למגבר יפעיל את מעגל הסרוו ויזיז את ההגה בהתאם. בשל נעילת הצילינדר-המפעיל ע"י מוטות ההגה, תגרום כל תזוזה של ההגה לתזוזת מוט ההיגוי, והטייס ירגיש את תגובת מוט ההיגוי לפעולתו כמו בהפעלה מיכנית רגילה. גם פקודות הג׳ירו בזמן שמירת מצב-אף, וגם פקודות הדינמומטר בזמן שינוי מצב האף עוברות דרך מעגל תיקון של לחץ דינמי להתאמת הפקודה לנתוני הטיסה.

מגבלת הטייס-האוטומטי אינה מאפשרת שמירת מצבי-אף גדולים מ-$\pm 70°$. כאשר עוברים תחום זה, מתנתקת המערכת, אולם המפסק נשאר מחובר, ועם החזרה לתחום המותר, חוזרת המערכת לפעולה.

ו. <u>שמירת גובה</u>

את שמירת הגובה ניתן לקבל ע"י הצבת מפסק ALT שבלוח הבקרה למצב ENGAGE.

ללא הפעלתו יפעל הטייס האוטומטי באופן רגיל וישמור רק על מצב אף. עם חיבור מתג שמירת הגובה, ייכנס למערכת נתון גובה מהמרכז האווירודינמי. נתון זה עובר מעגל של תיקוני מאך, המתאים את הפקודה לתנאי הטיסה. מרגע שמחברים את מתג שמירת הגובה, הופך נתון הגובה להיות דומיננטי ביחס לנתון מצב האף, ומצב האף ישתנה כדי לשמור על גובה הטיסה. ברגע שיפעיל הטייס לחץ על מוט ההיגוי בכיוון עלרוד, יינתק מתג שמירת הגובה יחד עם סגירת מגעי הדינמומטר. תכנון זה מובן, משום שלא ייתכן שהטייס יוכל לשנות את מצב האף ובאותו זמן לשמור גובה. אי-לכך, תנאי לחיבור מתג שמירת הגובה הוא - מפסקי דינמומטר פתוחים, או אי-הפעלת לחץ על מוט ההיגוי בכיוון עלרוד. אם המטוס נמצא בנסיקה, והטייס חיבר את מתג שמירת הגובה, יבצע המטוס תנועת התיישרות ללא התערבות נוספת. פעולה זו תקרה בד"כ רק כאשר שיעור הנסיקה קטן מ-2000 רגל בדקה. בשיעורי נסיקה גדולים יותר, אי-אפשר לחבר את המתג. מערכת שמירת הגובה פועלת

בכל תחום הטיסה, אולם במהירויות הקרובות למאך אחד, עלולות להיגרם הפרעות, כגון אי-שמירת גובה וניתוק המתג. תופעה זו נחשבת לנורמלית.

ז. <u>מערכת קיזוז גובה אוטומטי</u>

כתוצאה מנעילת מערכת המוטות של מוט ההיגוי לצילינדר המפעיל בעת חיבור הטייס-האוטומטי תצאנה מפעולה מערכת הרגש המלאכותי ומערכת הקיזוז. שינוי מצב ההגה ביחד עם שינוי מצב מוט ההיגוי, ללא שינוי מתאים בקיזוז, היה גורם לחוסר איזון בתוך מערכת המוטות, שלא היה מורגש אמנם ע"י הטייס, אבל היה עלול לגרום לתנועת הגה בלתי מבוקרת עם ניתוק הטייס האוטומטי. כדי למנוע אפשרות זו, הוכנסה מערכת לקיזוז אוטומטי הפועלת רק בזמן שהטייס האוטומטי מחובר. על מערכת המוטות, לפני התחברותה לצילינדר-המפעיל של הגה הגובה, מורכבים ארבעה מפסקים קפיציים. שנים מבין המפסקים יכולים להתחבר כאשר מופעל לחץ בכיוון אף-מטה, ושנים כשמופעל לחץ בכיוון אף מעלה. זוג אחד של מפסקים נסגר כאשר מגיע הלחץ בתוך מערכת המוטות ל-2.5 ליב׳, והזוג השני - באותו הלחץ, אך בכיוון הנגדי. סגירת אחד המפסקים יגרום לחיבור מתח למנוע הקיזוז. המנוע יפעל בכיוון שחרור הלחץ, עד שלחץ זה יגיע לערך נמוך מ-2.5 ליב׳, שאז יינתק המגע והמנוע יפסיק לפעול. מפסק נוסף, כאשר הוא מתחבר, מדליק את מנורת "קיזוז טייס-אוטומטי" שבטבלת האזהרות, המציינת בכך לטייס שקיים חוסר איזון במערכת המוטות.

מאחר שבמצב קיזוז אוטומטי פועל מנוע הקיזוז ב-40% ממהירותו הרגילה, תיתכן הידלקות זמנית של מנורת האזהרה בעת ביצוע תמרונים. אם המנורה דולקת פחות מ-20 שניות, יש לראות בכך תופעה רגילה ואין צורך בנקיטת פעולה מיוחדת.

מערכת הקיזוז הרגילה אינה מתנתקת בזמן הפעלת הטייס האוטומטי, ובמידה ויש תקלה במערכת הקיזוז האוטומטי, יש אפשרות לקזז ולכבות את מנורת האזהרה בעזרת המקזז הרגיל.

ח. <u>מד תאוצה</u>

זהו מכשיר מיוחד, המורכב באף המטוס, והמשמש לניתוק הטייס האוטומטי בעת מעבר מגבלות העומס המותר של 4g+ ו - 4g-. מאחר שהמכשיר מורכב באף, הוא רגיש יותר וקיימת אפשרות שהטייס האוטומטי יתנתק בערכים יותר נמוכים כאשר העומסים גדולים.

ו-8. פעולת הטייס-האוטומטי במישור הגלגול

הפעולה במישור הגלגול מתחלקת גם היא, כדוגמת הפעולה במישור העלרוד, לשנים: פעולת שיכוך ופעולת טייס-אוטומטי. המערכת כוללת מגבר המקבל נתונים כדלקמן:

במצב שיכוך - ממערכת ג׳ירו גלגול.

במצב טייס-אוטומטי - ממערכת ג׳ירו גלגול, ממרכז אווירודינמי ומפיקוד מוט ההיגוי.

א. <u>פעולת השיכוך</u>

קריאות הג׳ירומטר מועברות למגבר המוציא פקודות לסרוו משני, וזה מפעיל את המאזנות והמחבלים באמצעות מערכת המוטות של מוט-ההיגוי, מבלי לגרום לתזוזת מוט ההיגוי עצמו. קריאות הג׳ירומטר מועברות דרך מעגל ביטול שתפקידו למנוע התנגדות מערכת השיכוך לתנועות המבוצעות בתדירות נמוכה אשר מקורן בפעולת הטייס על מוט ההיגוי. המגבר מחולק לשני חלקים - חלק אחד לכל כנף (פרט לג׳ירו ולמעגל הביטול המשותפים לשני הערוצים). שני החלקים יכולים לפעול באופן עצמאי, ללא תלות אחד במשנהו, כך שבמקרה של תקלה באחד מהם ימשיך השני לפעול על כנף אחת. נתון מצב ההגה חוזר אל המגבר בעזרת מערכת הסרוו המשני ומפסיק את הפקודה לאחר שההגה פעל במידה המתאימה.

למערכת השיכוך אין תיקוני הגברה, וגודל התיקון בשיעור מירבי של 7.5° מאזנות ו-11.25° מחבלים נשאר קבוע בכל תחום הטיסה.

ב. <u>פעולת הטייס-האוטומטי</u>

נוסף על פעולת השיכוך מסוגל ה-ט"א לבצע

שני תפקידים עקריים במישור הגלגול:

1. שמירת הטייה.
2. שמירת כיוון.

לביצוע שתי פעולות אלו מוכנסים לערוץ הגלגול במצב טייס-אוטומטי נתוני גלגול ממרכז הג׳ירו ונתוני כיוון ממכשירי הטיסה. בנוסף מוכנסים למערכת נתוני מצב מוט ההיגוי.

1) <u>פעולת מוט ההיגוי</u>

שני מתגי לחץ מורכבים על מוט ההי-גוי לפעולה במישור הגלגול. מתגים אלה נכנסים לפעולה רק כאשר הטייס-האוטומטי מחובר.כל אחד מהמתגים מתחבר לאחר שהופעל על המטה לחץ של 0.25 ± 2.25 ליב׳ בכיוון המת-אים - שמאלה או ימינה.

ברגע שאחד המתגים האלה מתחבר, הוא מנתק את פעולת הטייס-האוטומטי בערוץ הגלגול הממשיך בפעולת שיכוך בלבד.

נוסף על המתגים,מצוי על המטה כפתור היגוי קרקע המאפשר ניתוק פעולת שמירת הכיוון באוויר כאשר מעוניין בכך הטייס.

2) <u>שמירת הטייה / שמירת כיוון</u>

עם חיבור הטייס-האוטומטי מוכנסים לערוץ הגלגול נתוני ייחוס של כיוון ומצב הטייה המתקבלים ממרכז הג׳ירו. אם המטוס נמצא במצב של כנפיים מאוזנות עד 5° הטייה, ייכנס נתון הכיוון ממרכז הג׳ירו וישמש כייחוס למגבר. כל סטייה מהכיוון שבו היה המטוס בזמן החיבור תגרום להפעלת המאזנות אשר תחזיר את המטוס לכיוון המקורי. אם המטוס נמצא בזמן החיבור בהטייה גדולה מ-5°, ייכנס נתון מצב ההטייה כייחוס למגבר במקום נתון הכיוון, ומרגע זה יישמר מצב ההטייה שנקבע ע"י הטייס.

כדי שיידע הטייס-האוטומטי להבחין ממצב ההטייה, קיימים המתגים שעל מוט ההיגוי. ברגע שמפעיל הטייס לחץ על המטה ונסגר אחד המתגים, מפסיקות קריאות הכיוון וקריאות מצב ההטייה להגיע ממרכז הג׳ירו, והטייס חופשי לגלגל את המטוס ללא התנגדות. מרגע שנקבע מצב הטייה מסוים, נפסק הלחץ על המטה, מתגי המטה נפתחים, נכנסות מחדש קריאות הכי-וון וההטייה, ונשמר הנתון החדש - בין שזה נתון כיוון כאשר ההטייה קטנה מ-5° ובין שזה נתון הטייה כאשר המטוס בהטייה בין 5° ל-70° שהיא מגבלת הפעולה.

אם הטייס מעוניין לשנות כיוון תוך כדי שימוש בהטייה קטנה מ-5°, אין הוא יכול לעשות זאת משום שמעגל שמירת הכיוון מתנגד לפעולת הטייה. כדי להימנע ממצב זה יכול הטייס להיעזר בכפתור היגוי גלגל-אף, אשר לחיצה עליו, כאשר הטייס-האוטומטי מופעל, תביא לניתוק מערכת שמירת הכיוון ותשאיר בפעולה רק את מע-רכת שמירת ההטייה. כדי לחבר מח-דש את מערכת שמירת הכיוון, יש ללחוץ פעם נוספת על אותו הכפתור. כל הפסקה והפעלה מחדש של הטייס-האוטומטי או של מערכת השיכוך מביאה לחיבור מערכת שמירת הכיוון מחדש. בזמן פעולת הטייס-האוטומטי ממשיכה מערכת השיכוך לתקן שינויי גלגול המורים. נתוני הכיוון, וההט-ייה ונתוני ג׳ירו הגלגול נכנסים לאו-תו המעגל, ותנועת ההגה היא תוצאה של סיכום שתי הפקודות.

הטייס האוטומטי, כדוגמת המשכך, פועל בשני ערוצים, ומסוגל להפעיל צד אחד בלבד כאשר הצד השני אינו פועל.

ג. <u>שליטה על נתוני הכיוון - טבלת מצפנים</u>

השליטה על נתוני הכיוון לטייס-האוטומטי נע-שית מטבלת המצפנים שבתא הקדמי. במצב SLAVE, מקבל הטייס-האוטומטי נתון כיוון מגנטי לייחוס. במצב של מצפן ג׳ירו (DG) מקבל הטייס האוטומטי נתוני כיוון לפי איפוס הג׳ירו. במצב מצפן מגנטי (COMP), אי-אפשר לחבר את הטייס-האוטומטי בגלל אי-יציבות קריאות הכיוון. למעשה קיים מעגל מיוחד המו-נע אפשרות חיבורו. כמו-כן יתנתק הטייס-האוטו-מטי אם יעברו ממצב PRIM (עיקרי) למצב "STBY" (משני), כאשר מבצעים יישור מהיר (SYNC), או כאשר עוברים ממצב DG למצב SLAVE. סידור זה נעשה מפני החשש להבדל בקריאות, הבדל שהיה מביא לתמרון בלתי מבוקר.

המקור לקבלת נתוני הכיוון (מערכת אינרציאלית או מרכז ג׳ירו) תלוי במצב מתג ההפעלה PRIM / STBY.

ו-9. פעולת טייס-אוטומטי במישור הסבסוב

הפעולה בערוץ הסבסוב מתקבלת במלואה עם הפעלת מתג משכך הסבסוב. הפעלת הטייס-האוטומטי אינה משנה ואינה מוסיפה על פעולת המשכך בערוץ זה, המערכת כוללת ג׳ירומטר המודד תנועות סבסוב, מד-תאוצה המודד תאוצות גלגול, מגבר ומערכת סרוו חשמלי הכלולה בתוך הצילינדר המפעיל של הגה-הכיוון.

א. <u>פעולת השיכוך</u>

קריאות ג׳ירו הסבסוב ואלו של מד-התאוצה מועברות למגבר. כל תנועת סבסוב שתדירותה מעל 12 מחזורים בשנייה תועבר למערכת הסרוו ותביא לתנועת הגה-כיוון המנוגדת לתנועת הסב-סוב שהופיעה. במגבר יש מעגל המבטל את קרי-אות התדירות הנמוכה כדי למנוע מהמערכת להתנ-גד לתנועות סבסוב הנגרמות ע"י הטייס.

מד תאוצת הגלגול יתן קריאת תאוצה עם כל שינוי בשיעור הגלגול, בכניסה להטייה, בכניסה לגלגול בהתיישרות וכו׳. כל שינוי בגלגול ילווה בתנועת הגה-כיוון לצד המתאים כדי לשמור על תיאום המטוס. המערכת פועלת על עיקרון של מערכת סרוו סגורה. נתון מצב ההגה חוזר אל המגבר על-מנת להפסיק את פקודתו ברגע שבוצעה הפעולה הדרושה. במעגלי מערכת השיכוך אין כל שינוי הגברה הנובע מנתוני הטיסה, וגודל התיקון נשאר קבוע בשיעור מיר-בי של $\pm 5°$ בכל תחום הטיסה.

ו-10. מערכת קישור הגה-כיוון מאזנת

א. מערכת זו נועדה לעזור לטייס לתפעל את המטוס במישור הגלגול כאשר מהירות הטיסה נמוכה, על מנת לקבל פניות מתואמות. המערכת מופעלת רק כאשר ידית המדפים במצב מטה ומפסק המהירות של מגבלת המדפים (230 קשר) פתוח.

ב. המערכת פועלת באמצעות שני ערוצים המפעילים את הגה הכיוון בשתי צורות שונות:

1) הערוץ הראשון מביא את קריאת מצב המאזנת של כנף שמאל ליחידת הקיזוז והרגש של כנף זו, ומעביר את קרי-את המצב למגבר מיוחד המפעיל את צילינדר הקישור המיוחד. צילינדר זה פועל על מערכת המוטות של הגה הכיוון במקביל לדוושות, ומסו-גל להפעיל את ההגה בתחום מירבי של $\pm 10°$, מבלי שהדבר יורגש ע"י הטייס. קריאה חוזרת של מצב המוטות מועברת למגבר כדי להפסיק את הפעולה עם ביצועה.

2) הערוץ השני פועל באמצעות מגבר משכך הסבסוב. קריאת מצב המאז-נת הימנית מוכנסת למגבר משכך הסבסוב וגורמת למתן פקודה לשס-תום החשמלי של הגה-הכיוון. הפקודה המירבית היכולה להתקבל תהיה בהפרש של $\pm 5°$ מפקודה רגי-לה של משכך הסבסוב. תנאי להפעלת ערוץ זה יהיה הפעלתו של משכך הסבסוב.

ג. לחיץ ARI הנמצא בתא הקדמי, צד-שמאל, ליד כפתור השלכות חירום, שולט על מגבר ARI ועל פעולת המערכת מכנף שמאל. מתג שיכוך הסבסוב שולט על פעולת המערכת מכנף ימין. בהתאם לכך תוכל מערכת קישור מאזנות - הגה כיוון לפעול בשלוש צורות שונות:

1) הפעלה מלאה בתחום של $\pm 15°$ כאשר משכך הסבסוב מחובר והמגבר מחובר.

2) הפעלה חלקית בתחום של $\pm 10°$ כאשר המגבר מחובר ומשכך הסבסוב מנותק.

3) הפעלה חלקית בתחום של $\pm 5°$ כאשר משכך הסבסוב מחובר ומגבר ARI מנותק.

ד. כדי לנתק את המערכת באופן מוחלט, יש להוציא את לחיץ קיזוז הכיוון שבלוח הלחיצים של התא הקדמי,פעולה הגורמת בנוסף על העברת הרגש המלאכותי של הגה הכיוון לתחום הנמוך, גם לאי יכולת לקזז את הגה הכיוון. במקרה זה ימשיך משכך הסבסוב לפעול כרגיל במידה שהמפסק שלו מחובר.

ה. בשל מבנה המערכת תתכנה קפיצות הגה-כיוון בזמן שהמערכת נכנסת או יוצאת מפעולה. הדבר אפשרי כאשר המדפים מופעלים בכיוון מעלה או מטה תוך כדי פנייה או הפעלת מאזנות. במקרה של קיפול מדפים תוך-כדי גלגול אחרי המראה, תתנתק המערכת וכמות ההגה שהיתה מופעלת בהתאם למצב המאזנות תחזור לאמצע. במקרה של הורדת המדפים תוך כדי גלגול, תקרה פעולה הפוכה : עם ירידת המדפים יקפוץ הגה הכיוון למצב מסוים בהתאם למצב המאזנת. תופעות דומות יכולות להיגרם גם כאשר המדפים עולים עקב פעולת מפסק המהירות של מגבלת מדפים ולא רק בזמן תפעולם המיכני.

ו. <u>הפעלה משולבת של הערוצים</u>

1) כאמור יכולות מערכות הייצוב (משככים) לפעול בנפרד.

2) על מנת להפעיל את הטייס האוטומטי, מחובר.
ללא משכך הגלגול יאבד הטייס-האוטומטי את יכולת שמירת הכיוון וההטייה.
ללא משכך הסבסוב תאבד שמירת תיאום הטיסה.

3) שמירת גובה יכולה להתבצע דק כאשר משכך העלרוד והטייס-האוטומטי מחוברים.

ו-11. תחומי פעולה ומגבלות

א. <u>ערוץ הכיוון</u>

1) תנועת הגה-כיוון: 30° לכל צד.

2) תחום פעולת המקזז: 7.5°.

3) תחום פעולת הרגש המלאכותי:
העברה מלחץ נמוך ללחץ גבוה בהאצה - 228 עד 252 קשר, 2.6 ליב' לכל מעלת הגה.
העברה מלחץ גבוה ללחץ נמוך - 218 עד 232 קשר, 11.5 ליב' לכל מעלת הגה

4) פעולת קישור מאזנות. הגה כיוון - מדפים מלא או חצי. מתחת ל-230 קשר - 15° בפעולה מלאה,
10° בפעולה עם מגבר עצמאי,
5° בפעולה עם משכך סבסוב בלבד.

5) פעולת משכך הכיוון: $\pm 5°$

6) הכוח המתקבל מצילינדר מפעיל הגה-כיוון מוגבל, כדי למנוע עומס-יתר על משטח ההגה במהירויות גבוהות. כתוצאה מכך, למרות שהטייס יפעיל את מלוא מהלך הדוושות, ההגה ינוע רק בהתאם ליכולתו, כלומר 4° בערך ב-0.9 מאך בגובה נמוך.
בכל מקרה, לא ניתן להזיז את ההגה יותר מ-5° במהירות מעל 1.2 מאך בכל הגבהים.

ב. ערוץ הגלגול

1) תנועת המאזנות: 30° מטה, 1° מעלה.

2) תנועת מחבלים: 45° מעלה.

3) תחום פעולת המקזז: 10° למאזנת, 15° למחבלים.

4) תחום פעולת המשכך: 7.5° למאזנת 11.25° למחבלים.

5) כוח הדרוש כדי להתגבר על מקזז תפוס או מאזנת תפוסה: 35 ליב׳.

6) כמו בהגה כיוון, כוח צילינדר המאז-נות גם הוא מוגבל, כדי למנוע עומס-יתר על משטח ההיגוי. בהתאם לכך, למרות שהטייס יפעיל את מלוא ההגה, תנוע המאזנת בהתאם ליכולתה, כלו-מר כ-13° במאך אחד בגובה נמוך או 20° ב-0.93 מאך באותו הגובה. אותה המגבלה קיימת כמובן גם עבור המחבלים, אולם כאן, רוב המגבלות הן מעל מאך אחד.

7) מגבלת טייס-אוטומטי: 70° הטייה.

ג. ערוץ העלרוד

1) תנועת משטח ההגה: 8° מטה, 20° מעלה.

2) תחום פעולת המקזז: לא מוגדר, תלוי בכוח האווירודינמי.

3) תחום פעולת משכך העלרוד: ±5°.

4) הכוח הדרוש כדי להתגבר על מקזז תפוס: 20 ליב׳.

5) הכוח הדרוש להפעלת מוט ההיגוי: 3 ליב׳ על כל יחידת g נוספת.

6) מגבלות תפעול טייס-אוטומטי:
   א) מגבלת עלרוד - 70° מצב אף.
   ב) מגבלת עומס (g) - 4g חיובי, 1g שלילי.

הערה:

יש לנהוג בזהירות בטיסה ללא משכך. מתחת ל-10,000 רגל, רצויה מהירות נמוכה מ-300 קשר.

ו-12. אמצעי בקרה ופיקוח

א. לוח בקרת טייס-אוטומטי

בעזרת הבקרות שבלוח זה ניתן לבצע את הפעו-לות הבאות:

1) הפעלה והפסקה ידנית של שלושת המשככים.

2) הפעלה ידנית עם נעילה חשמלית של שמירת הגובה בטייס-האוטומטי.

ב. כפתור היגוי קרקע

לחיצה על כפתור היגוי קרקע באוויר מפסיקה ומפעילה חליפות את שמירת הגובה בטייס-האוטומטי.

ג. כפתור הפסקת טייס-אוטומטי בחירום

זהו הכפתור התחתון שעל המטה בשני התאים. לחיצה על כפתור זה מנתקת את הטייס-האוטומטי. כמו-כן מתנתקים, בזמן הלחיצה בלבד המשככים וקישור מאזנות - הגה כיוון (ARI).

ד. לחיצים בתא הקדמי

1) לחיץ ARI (מצב שמאל) - הוצאתו מנתקת 10° מפעולות הקישור מאזנות - הגה-כיוון (יחד עם זאת הוא מנתק גם את מונע החלקת הבלמים).

2) לחיץ RUD TRIM (צד ימין) - הוצאתו מנתקת את קיזוז הגה כיוון, את משכך הסבסוב ואת קישור מאזנות - הגה-כיוון.

3) לחיץ STAB FEEL TRIM - הוצאתו מנתקת את קיזוז הגובה.

4) לחיץ AIR FEEL TRIM - הוצאתו מנתקת את קיזוז המאזנות.

5) לחיץ TRIM CONT - הוצאתו מנתקת את כפתורי הקיזוז שעל מטה ההיגוי בשני התאים.

ה. לחיצים בתא האחורי

1) לחיצי ARI בלוח מס׳ 2 - הוצאת הלחיץ התחתון שביניהם תתן להגה הכיוון, הטייה קבועה של 10°. הוצאת הלחיץ העליון מנתקת את המערכת.

2) לחיצי טייס-אוטומטי - חמישה לחיצי ט"א של פסי צבירה: ימני

115V ז"ח, ראשי 28V ז"י, וימני 28V ז"ח, נמצאים בלוח לחיצים מס׳ 4.

ו. <u>מנורות אזהרה</u> (בלוח האזהרות)

1) מנורת PITCH AUG OFF - דולקת כל זמן שמשכך הגובה אינו מחובר.

2) מנורת AUTO PILOT DIS - דולקת כאשר הטייס-האוטומטי ניתק. המנורה נכבית עם כביית מנורת האזהרה הראשית.

3) מנורת AUTO/P PITCH TRIM - נדלקת כשיש הבדל בקיזוז הגובה ממצב הטיסה. אם המנורה דולקת במשך פחות מ-20 שניות, יש לראות בכך תופעה רגילה.

ז. <u>הערות כלליות</u>

1) בזמן הפעלת הטייס-האוטומטי, יש להיות מוכן לניתוק מהיר, למקרה של תנועת עלרוד חטופה.

2) מגבלת גובה להפעלת הטייס-האוטומטי היא 5000 רגל. מגבלת גובה לטיסה עם טייס-אוטומטי מחובר היא 1000 רגל.

ד) אין להפעיל באוויר טייס-אוטומטי אם לא בוצעה תחילה בדיקה על הקרקע.



פרק ז

מערכת שרת ועזרי הטסה

ז-1. מ ד פ י ם

א. כללי

מערכת המדפים כוללת שני מדפים בשפת ההתקפה ומדף אחד בשפת הזרימה של כל כנף. שני המדפים שבשפת ההתקפה נמצאים אחד בחלקה הפנימי של הכנף (צמוד לגוף המטוס) ואחד בחלקה החיצוני. המדף שבשפת הזרימה נמצא בחלק הקרוב לשורש הכנף. המדפים נשלטים, חשמלית, מתא הטייס ומופעלים בכוח הידרולי המגיע בפעולה סדירה ממערכת השרת. בחירום מופעלים המדפים ע"י לחץ פנימטי. נעילת מדפי שפת ההתקפה במצב מעלה היא נעילה מיכנית גיאומטרית, בעוד שנעילת שפת הזרימה היא נעילה מיכנית בתוך הצילינדר. כל המדפים ננעלים במצב מטה בכוח הידרולי או פנימטי. מדפי שפת הזרימה מסונכרנים לפעולה סימטרית. אין סינכרון בין מדפי שפת ההתקפה בינם לבין עצמם או בין מדפי שפת ההתקפה לבין מדפי שפת הזרימה. מערכת מיוחדת גורמת לקיפול אוטומטי של המדפים במהירויות גבוהות מ-230 עד 224, למניעת נזק. אותה מערכת גם אינה מאפשרה להוריד מדפים במהירות 210 עד 234 קשר. בפעולה סדירה, זמן ירידת המדפים הוא 8 שניות, וזמן קיפול המדפים - 6 שניות.

ב. מבנה

בפעולה רגילה מגיע לחץ הידרולי ממערכת השרת לשני בוחרים הנשלטים חשמלית מתא-הטייס הקדמי. בוחר אחד פותח מעבר אל הצילינדרים המפעילים של מדפי שפת ההתקפה ואל צד אחד של הצילינדר המפעיל את מדפי שפת הזרימה. הבוחר השני פותח מעבר אל הצד השני של צילינדר מדפי הזרימה.

בקווים ההידרוליים של מדפי שפת הזרימה נמצאים שני משווי זרימה, ל-1/2 מדפים ולמלוא המדפים מטה, לפעולה סימטרית ולסינכרון ביניהם. ה-צילינדרים המפעילים את מדפי שפת ההתקפה דומים במבנה אך הם בעלי שטח בוכנות שונה, כך ששטחה של הבוכנה המפעילה את המדף המרכזי גדול משטחה של הבוכנה המפעילה את המדף החיצוני. מבנה זה גורם לכך שהמדפים האמצעיים יפעלו לפני המדפים החיצוניים, כדי למנוע פגיעה חיצונית זה בזה. ה-צילינדר המפעיל את מדפי שפת הזרימה בנוי משני צילינדרים נפרדים - האחד ל-1/2 מהלך המדף, ו-השני למהלך הנותר. בקו ההידרולי שבין בוחר הורדת 1/2 מדפים לבין הצילינדרים המפעילים, יש חיבור למערכת ההידרולית. להורדה בחירום ע"י שסתום כרכר. אם יש לחץ פנימטי המגיע כאשר מורידים מדפים בחירום, מנוטרלת המערכת ההידרולית, ולחץ פנימטי מפעיל את המערכת בקווים של המערכת ההידרולית. שסתום לפריקת השמן ההידרולי נפתח ליציאה חיצונית. אם לחיץ המדפים נשאר בפנים, נפתח מעבר בבוחר ההידרולי וכל השמן של מערכת השרת עובר אל שסתום הפריקה.

ג. פעולה רגילה

העברת המתג ל-1/2 מדפים מטה, מפעילה את הבוחר ההידרולי ולחץ מגיע לפהיחת הנעילות ולהורדה מלאה של מדפי שפת ההתקפה, וכן להורדה חלקית של מדפי שפת הזרימה. העברת המתג למלוא מדפים מטה מפעילה את הבוחר ההידרולי השני ולחץ מגיע לצילינדר נוסף להורדה מלאה של מדפי שפת הזרימה. בקיפול נעשות אותן הפעולות, אך בכיוון הפוך.

ע"י העברת מתג המדפים ממצב מעלה למלוא מדפים מטה ולהיפך, מתבצעות אותן הפעולות, בשליטה אוטומטית של המערכת החשמלית, הנעזרת במתגים זעירים הנמצאים בתוך הצילינדרים המפעילים ו-מחוצה להם.

ד. פעולה בחירום

הפעלת ידית החירום פותחת מיכנית מעבר ללחץ פנימטי אל הצילינדרים המפעילים, להורדת מלוא

מדפי שפת ההתקפה ולהורדה 1/2 מדפי שפת ה–זרימה. שסתום הפריקה נפתח ופורק את השמן ה–הידרולי במערכת. בפעולה בחירום אין סינכרון, וקיימת אפשרות לירידה בלתי סימטריה של המדפים. כאשר נשאר לחיץ המדפים בפנים, ייצא כעבור זמן קצר כל השמן ממערכת השרת.

<u>הערה:</u>

בהורדה מדפים בחירום לא יתקפלו המדפים בזמן מעבר מגבלת המהירות.

ה. <u>בקרה ופיקוח</u>

1) <u>מתג תלת–מצבי</u> – להפעלה רגילה של ה–מערכת, נמצא בדופן שמאל של התא ה–קדמי. מצבי המתג הם: מצב מעלה, 1/2 מדפים ומלוא מדפים מטה.

2) <u>ידית חירום</u> – משיכתה לאחור תפעיל מיכניה את מערכת החירום. בדופן שמאל של התא האחורי ישנה ידית חירום בלבד.

3) <u>מציינים מצב המדפים</u> – מצייני מצב המדפים נמצאים בשני התאים, בלוח המכשירים השמאלי. לכל מציין שתי סקאלות, אותן ניתן לקרוא מבעד לחלונות, המציינות את מצב מדפי שפת ההתקפה ואת מצב מדפי שפת הזרימה. מצב מעלה יצוין בחלונות ע"י הכתובת UP ומצב מטה – DOWN. מצב ביניים יופיע בחלונות בצורת קווים אלכסוניים. לחיץ המדפים נמצא בתא ה–קדמי, בצדו הימני, והוא סוגר את המעגל החשמלי של המערכת.

ז–2. בקרת שכבת הגבול

א. <u>כללי</u>

אויר בלחץ גבוה ובטמפ' גבוהה מגיע מהדרגה ה–17 של מדחסי המנועים אל מערכת בקרת שכבת הגבול. האויר עובר דרך מגופים אל פתחי היציאה הנמצאים לאורך מדפי שפת ההתקפה ושפת הזרימה. מפתחי היציאה מוזרם האויר במהירות גבוהה על שטח העליון של הכנף וגורם להגדלת העילוי, להקטנת הגרר ולהקטנת מהירות ההזדקרות של הכנף. ארבעה שסתומים הקשורים מיכנית למשטחי המדפים פותחים וסוגרים את המעבר לאויר. בהורדת חצי מדפים תפעל מערכת ה–BLC רק לאורך מדפי שפת ההתקפה, ובהורדת מלוא המדפים ייפתחו כל ארבעת השסתומים והמערכת תפעל כולה.

ב. <u>נורית אזהרה BLC MALFUNCTION</u>

נורית האזהרה BLC MALFUNCTION נמצאת בטבלת האזהרות ונדלקת כאשר אחד מבין ארבעת השסתומים איננו סגור במצב מדפים מעלה, או כאשר אחד משני השסתומים של מדפי שפת הזרימה איננו סגור במצב 1/2 מדפים מטה.

פתיחת אחד השסתומים, חלק מהשסתומים או כולם במצב מדפים מעלה, תאפשר מעבר אויר חם מאוד אל תוך מבנה הכנף והגרום תוך זמן קצר לנזק חמור.

<u>שים–לב:</u>

אין מציינים המאמתים שהמערכת אכן פועלת במצב חצי מדפים או מלוא מדפים מטה. הבדיקה היחידה נעשית ע"י המכונאי בהורדת מדפים לאחר ההתנעה.

ג. <u>תקלות</u>

1) כאשר השסתומים אינם נפתחים, ה–משמעות היא מהירות נחיתה גדולה יותר וזוויה הזדקרות נמוכה יותר.

2) תקלה שסתום פתוח במצב מדפים מעלה תהיה מלווה בד"כ בהידלקות נורית WHEELS. המגעים המפעילים את ה–מנורה נמצאים ליד השסתומים, והם בדרך–כלל הראשונים שנשרפים.

ז–3. מעצורי–אויר

א. <u>כללי</u>

מעצורי האויר ממוקמים בצדם התחתון של הכנפיים, ונפתחים כלפי מטה. הם נשלטים חשמלית משני תאי הטייסים ומופעלים בלחץ הידרולי של מערכת השרת. לכל משטח צילינדר הידרולי אחד הננעל הידרולית בכל המצבים.

בוחר הידרולי, הנשלט חשמלית, מעביר את הלחץ של מערכת שרת לצד הנבחר של הצילינדר המפעיל. השמן ההידרולי המפעיל את מעצורי האוויר עובר דרך משווה זרימה הידרולי, כך שירידת המעצורים תהיה תמיד שווה.

ב. <u>מתגי השליטה</u>

מתג השליטה של מעצורי האוויר ממוקם על המצערת הימנית של כל תא. למתג שלושה מצבים - IN, STOP, ו-OUT. מצב IN (קבוע) משמש להכנסת מעצורי האוויר. מצב STOP (קבוע) משמש ל-עצירת מ"א ומצב קפיצי OUT להוצאת מ"א. למתג שבתא האחורי שלושה מצבים זהים, לבד ממצב IN שהוא מצב קפיצי. מצב OUT בשני התאים דומיננטי ביחס לשני המצבים האחרים. כאשר תא קדמי נמצא על IN ותא אחורי מעבר ל-OUT, מ"א ייצאו. הטייס שבתא הקדמי יוכל להכניסם רק ע"י יציאה למצב STOP וחזרה ל- IN.
קיימת אפשרות של זחילה ויציאה חלקית של מ"א כאשר שני המתגים נמצאים במצב STOP, ולכן בתפעול רגיל יהיה המתג הקדמי במצב IN.

ג. <u>נורית אזהרה</u>

נורית SPEED BRAKES OUT שבטבלת האזהרות מציינת בהידלקה ש-מ"א אינם בפנים. מתג זעיר פותח או סוגר את המעגל החשמלי אל הנורית, מייד עם היפתח מעצורי האוויר או עם נעילתם. הידלקות הנורית אינה מביאה בעקבותיה להידלקות נורית MASTER CAUTION.

ד. <u>לחיץ</u>

לחיץ מ"א נמצא על דופן ימין של התא הקדמי. הוצאתו גורמת להכנסת מעצורי האוויר ללא קשר עם מצב המתגים. המעגל החשמלי להפעלת המערכת מקבל מתח מפס-הצבירה הראשי של 28 וולט ז"י.

ה. <u>תקלות</u>

1) <u>תקלה חשמלית</u> - מעצורי האוויר יתקפלו כמו בהוצאת הלחיץ.

2) <u>תקלה הידרולית</u> - מעצורי האוויר יתקפלו, בגלל לחץ האוויר, למצב של גרר מזערי. במידה שמעצורי האוויר פתוחים ונשאר לחץ כלוא בצילינדרים, לא תתבצע פעולה זו כל עוד לא יוצב אחד המתגים במצב IN.

ז-4. כן-הנחיתה

א. <u>כללי</u>

1) כן-הנחיתה של המטוס הוא מסוג מתקפל. המערכת מופעלת בכוח הידרולי של מע׳ שרת ונשלטת חשמלית (ניזונה מפס-צבירה ראשי 28DC). המערכת כוללת שלושה גלגלים: שני גלגלים ראשיים - אחד בכל כנף - וגלגל קדמי כפול הנמצא בחלקו הקדמי של גוף המטוס.
מערכת דלתות מתקפלות משמשות כמעטה אווירודינמי של כני הנחיתה, ומהוות משטח רצוף עם גוף המטוס והכנפיים.

2) כני הנחיתה הראשיים כוללים משככי-שמן-אוויר, צילינדרים מפעילים הידרו-ליים, בלמים וגלגלים. כן-הנחיתה הקדמי כולל משכך שמן-אוויר, צילינדרים-מפעילים הידרוליים, מערכת היגוי קרקע, משכך זעזועים ושני גלגלים.

3) הגלגלים הראשיים מתקפלים לכיוון הגוף ולתוך הכנף. תוך כדי תנועת הקיפול מתכווץ המשכך כדי שיוכל להיכנס לבית כן הנחיתה. הגלגל הקדמי מתקפל אחו-רנית לתוך הגוף.

4) המערכת ניזונה בלחץ הידרולי של 3000 psi המתקבל ממערכת השרת. להורדה בחירום ניזונה המערכת בלחץ אוויר של 3000 psi המתקבל מהמערכת הפנימטית. משך הקיפול הוא 4 שניות, משך ההורדה הוא 4 שניות ומשך ההורדה בחירום - 15 שניות.

ב. <u>מרכיבים עיקריים</u>

1) <u>ידית הגלגלים</u>

ידית הגלגלים לתפעול רגיל נמצאת בתא

הקדמי בלבד, בצדו השמאלי של לוח המכשירים. בתנועתה מעלה ומטה היא מפעילה מתג חשמלי השולט על הורדת הגלגלים וקיפולם. בקצה הידית מותקנת מנורה בעלת כיסוי אדום הנדלקת בכל מצב שבו כן-הנחיתה אינו נעול. הידית קשורה באמצעות מערכת כבלים לבוחר פנימטי המופעל עם משיכת הידית ל-הורדת הגלגלים בחירום. בתא האחורי ישנה ידית מיוחדת להורדת גלגלים ב-חירום, בצד שמאל של לוח המכשירים. לידית צורת T והיא צבועה בצהוב וב-שחור.

2) <u>שסתומי רצף פעולה</u>

במערכת קיפול כני הנחיתה שלושה שסתומי רצף שתפקידם לאפשר נעילת כן-הנחיתה במצב מעלה קודם לתנועת הדלתות. שסתום הרצף מאפשר זרימה חד-כיוונית כאשר נועלי כן-הנחיתה פתוחים, וזרימה דו-כיוונית כאשר ה-נועלים סגורים. השסתום קשור לנועלי כן-הנחיתה באמצעות מערכת מוטות ו-משנה את כיוון פעולתו עם תנועת ה-נועלים.

3) <u>שסתום פיקוד</u>

שסתום הפיקוד (בוחר הידרולי) של מע' כן-הנחיתה נמצא בגחון המטוס ומבוקר חשמלית ע"י ידית הגלגלים. כאשר ידית הגלגלים במצב מטה, עובר זרם חשמלי לשסתום אלקטרומגנטי הנפתח ומאפשר מעבר ללחץ הידרולי ממערכת השרת לקו ההורדה. בכך מתחבר קו הקיפול לקו ההחזרה. עם נעילת כל שלוש ה-דלתות במצב מעלה, נפסק המתח המזין את שסתום הפיקוד, המערכת משתחררת מהלחץ ההידרולי, והגלגלים נשארים תלויים על הנועלים בלבד.

4) <u>שסתומי כרכר</u>

בקו הלחץ להורדת כן-הנחיתה נמצאים שסתומי כרכר, אחד לכל צילינדר מפעיל. צידם השני של שסתומי הכרכר קשורים לקו לחץ פנימטי, ועם הפעלת המערכת הפנימטית, מתנתקת המערכת ההידרולית ונפתח מעבר ללחץ האוויר להפעלת הצילינדרים-המפעילים.

5) <u>שסתום הרקה</u>

שסתום ההרקה פועל עקרונית כמו שסתום קרקע ותפקידו לפתוח את קו ההחזרה החוצה בשעת הורדת גלגלים בחירום. אותו לחץ המניע את הצילינדר המפעיל בחירום, פותח את שסתום ה-הרקה ליציאת השמן מהקו המחזיר.

6) <u>צילינדרים מפעילים</u>

במערכת שלושה צילינדרים-מפעילים להורדה וקיפול של כן-הנחיתה. במצב מטה ננעלים הצילינדרים ע"י נעילה פנימית. נוסף על כך ישנם שני צילינדרים-מפעילים לנועלי כן-הנחיתה הראשיים, שני צילינדרים מפעילים לפתיחה וסגירה של הדלתות, וצילינדר מפעיל אחד לנעילת כן-הנחיתה הקדמי ולנעילה גיאומטרית של הדלת.

7) <u>משככים</u>

המשככים של כרעי הגלגלים הראשיים בנויים כל-אחד משני תאים, כשבוכנה צפה מפרידה ביניהם. התא העליון מכיל שמן נאוויר בלחץ נמוך, בעוד שהתא ה-תחתון מכיל אוויר בלחץ גבוה. תפקידו העיקרי של התא העליון, לספוג את מכת הנחיתה, ותפקידו של התא התחתון לשכך את התנודות בזמן הסעה על הקרקע. כאשר נלחץ המשכך ע"י משקל המטוס, צריך הלחץ בתא העליון להיות בגבולות 82 עד 95 psi , וקריאת הלחץ חוויה

במחוון הנמצא בחלקו העליון של כן ה-נחיתה. תחום הלחץ הרגיל מסומן ע"י פס ירוק, בעוד שהתחום מעל ללחץ ה-רגיל מסומן ע"י פס אדום. לחץ גבוה מהרגיל עלול לגרום נזק למשכך בשעת פתיחתו. לחץ האוויר בתא התחתון נמדד ע"י מידת התארכות המשכך, התלויה במשקל המטוס בהתאם לטבלה הנמצאת על כן-הנחיתה. משכך כן-הנחיתה ה-קדמי גם הוא מסוג שמן-אוויר. הוא דומה במבנהו למשככי כן-הנחיתה ה-ראשיים, אך אינו כולל תא לחץ תחתון. הלחץ במשכך נמדד במידות אורך של פתיחת המשכך, בהתאם למשקל המטוס ולטבלה הנמצאת על כן-הנחיתה. המשכך בנוי כך, שבשעה שהוא פתוח מתייצב הגלגל הקדמי בציר האורך של המטוס.

ג. <u>פעולה רגילה</u>

הרמת ידית הגלגלים למצב מעלה מניעה את מתג ה-שליטה החשמלי, ומתח חשמלי מגיע מפס-הצבירה של 28 וולט ז"י, דרך מפסקי הכובד לבוחר ה-הידרולי. לחץ הידרולי עובר ממערכת השרת אל קו הקיפול ואל מערכת הבלמים לבלימת הגלגלים. הנעילה מטה נפתחת וכן-הנחיתה מתקפל. תוך כדי תנועת הקיפול של כני-הנחיתה הראשיים נלחצים המשככים ע"י מוט כיווץ כדי להקטין את אורכם, ושסתומי הרצף נפתחים למעבר לחץ הידרולי ל-קיפול הדלתות ונעילתן במצב מעלה. כן הנחיתה הקדמי מניע את הנועל המחובר אל הדלת, ופותח את שסתום הרצף הנותן מעבר ללחץ הידרולי ל-נעילת הדלת במצב מעלה. ברגע שכל שלוש ה-דלתות נעולות במצב מעלה, נפתח מעגל חשמלי ל-הפעלת הבוחר ההידרולי הסוגר את המעבר ללחץ הידרולי ממערכת השרת. פעולת ההורדה נעשית באותה הצורה, אבל בסדר הפוך.

ד. <u>פעולה בחירום</u>

משיכת אחת מידיות החירום פותחת את בוחר החירום באופן מיכני, ולחץ פנימטי עובר לקו הורדת הגלגלים. לחץ האוויר עובר תחילה לפתיחת הדלת הקדמית, לפתיחת נעילת כן-הנחיתה הקדמי ולהורדתו כלפי מטה.
רק לאחר-מכן עובר לחץ האוויר דרך צמצם ל-פתיחת הדלתות, לפתיחת נועלי כני הנחיתה ה-ראשיים ולהורדתם כלפי מטה. שסתום ההרקה פותח מעבר החוצה לקו המחזיר ומאפשר לכמות של כ-3 גלון שמן להישפך אל מחוץ למטוס. בכל הורדה בחירום רצוי להוריד תחילה את הגלגלים למצב מטה, ורק אח"כ למשוך ידית גלגלים ב-חירום.

ה. <u>בקרה</u>

1) ידית הגלגלים שבתא הקדמי מונעת מעלה ומטה להפעלה רגילה של המערכת.

2) משיכת ידית הגלגלים שבתא הקדמי או משיכת ידית החירום שבתא האחורי תפעיל את מערכת הורדת הגלגלים ב-חירום.

3) לחיץ הגלגלים הנמצא בטבלת הלחיצים שבתא הקדמי שולט על מעגל הפיקוד החשמלי בפעולה רגילה של המערכת.

ו. <u>פיקוח</u>

1) <u>מצייני מצב הגלגלים</u>

מצייני מצב הגלגלים נמצאים בצד שמאל של לוח המכשירים בשני התאים. חיווי המציינים הם:
UP (מצב מעלה), ציור גלגל (מצב מטה) וקווים אלכסוניים (גלגלים במצב ביניים, ובלתי נעולים).
חיווי לגלגל מעלה יופיע כאשר הדלתות נעולות במצב מעלה. קווים אלכסוניים יופיעו כאשר כן-הנחיתה אינו נעול ו-חיווי מטה יופיע כאשר כן-הנחיתה במצב מטה ונעול.

2) <u>נורית גלגלים</u>

נורית הגלגלים WHEELS נמצאת בלוח המכשירים שבתא הקדמי. הנורית מהבהבת כאשר המדפים אינם נעולים במצב מעלה

וכן-הנחיתה אינו נעול במצב מטה.
כאשר כן-הנחיתה נעול במצב מטה, המנורה תהיה כבויה בכל מצב מדפים, וכאשר המדפים נעולים במצב מעלה תהיה הנורית כבויה בכל מצב של כן-הנחיתה.

3) נורית ידית הגלגלים
הנורית שבידית הגלגלים תידלק כל זמן שכן-הנחיתה אינו נעול במצב מטה או מעלה. לחיץ המציינים נמצא בתא האחורי, בלוח מס׳ 3, ושולט על ה-מעגל החשמלי של מצייני הגלגלים.

4) מפסק כובד
מפסק הכובד מותקן בטור בשני ה-גלגלים הראשיים ופועל כל זמן שה-משכך פתוח, שהגלגל מקופל או ש-ידית הגלגלים במצב מעלה. שלוש אפשרויות אלו באות לכסות את פעולת כיווץ המשכך תוך-כדי קיפול הגלגל. פעולתו של מפסק הכובד קשורה ב-הרבה מערכות, והעיקרית שבהן - מערכת החימוש. את פעולתו על ה-חימוש ניתן לעקוף ע"י לחיצת כפתור "עוקף ביטחון חימוש" שבדופן שמאל של התא הקדמי.

ז. מגבלות
1) מגבלת מהירות לטיסה עם גלגלים מטה ולקיפול כן-נחיתה -- 250 קשר.
2) אין מגבלה לשינוי מצב הגלגלים בעזרת ידית הגלגלים תוך-כדי תנועת קיפול או הורדת כן-נחיתה. לידית הגלגלים אין מצבי ביניים ואין סכנה שהיא תיתקע במצב בלתי מוגדר.
3) באופן מעשי ניתן להרים את ידית הגלגלים על הקרקע (אין עצר מיכני), אך הגלגלים יישארו נעולים במצב מטה, הודות למפסק הכובד.

ז-5. בלמים

א. כללי
מערכת הבלמים משמשת להאטת המטוס ועצירתו תוך-כדי תנועתו על הקרקע. המערכת כוללת בלמי דיסקיות בגלגלים הראשיים ומונע החלקת גלגלים. הבלמים מופעלים משני תאי הטייסים בעזרת דוושות הגה-הכיוון המופעלות ע"י בוחני הרגליים.
המערכת מוזנת בלחץ הידרולי של 3000 psi מ-מערכת שרת בלחץ מצבר מיוחד בתפעול חירום, ובלחץ קו קיפול הגלגלים (לשם עצירת הגלגלים בזמן הקיפול).

ב. תיאור המרכיבים העיקריים
1) מכלול דיסקיות הבלימה
הבלם כולל שמונה דיסקיות בלימה נעות ו-שבע דיסקיות בלימה קבועות. הדיסקיות נלחצות זו-לזו בכוח הידרולי וכוח החיכוך בולם את תנועת הגלגל. הלחץ ההידרולי מועבר לדיסקיות באמצעות שש בוכנות.
2) שסתום הפיקוד
שסתום הפיקוד מחובר לדוושות הגה הכיוון ע"י קישור מיכני. לכל גלגל שסתום פיקוד נפרד הקשור לכל אחת מהדוושות שבשני התאים. השסתום נפתח כנגד כוח קפיץ, ב-התאם לכוח המופעל על הדוושות. אל כל אחד מהשסתומים מגיע לחץ של 3000 psi מקו מערכת השרת או ממצבר החירום. מהשסתום יוצא קו לחץ אל הבלם המתאים דרך שסתום מונע החלקה, וקו חירום הקשור ישירות ל-בלם בלי שיעבור תחילה דרך מכלול מונע ההחלקה.
3) מצבר החירום
מצבר החירום טעון בלחץ התחלתי של 1000 psi ונטען בלחץ הידרולי של 3000 psi ממערכת השרת. שסתום כיוון-אחד מונע פריקת הלחץ מהמצבר גם כשהלחץ במערכת

יורד. קריאת הלחץ בקו החירום חוויה ע"י מחוון הנמצא בבית הגלגל הקדמי.

4) מונע החלקה (ANTI SKID)

המערכת כוללת משדר חשמלי המודד את שיעור האטת הגלגל. מעל לשיעור האטה מסוים שולח המשדר אות חשמלי לשסתום פיקוד הידרולי של מונע ההחלקה. המשדר מורכב מטבעת משוננת בעלת 90 שיניים וממחוש משונן אף הוא. סיבוב הגלגל, מניע את גלגלי השיניים ומתח חשמלי מפעיל שדה מגנטי הנחתך כל משך סיבוב הגלגל בתדירות המתאימה למהירות ה-גלגל. שינוי מהירות הסיבוב כתוצאה מ-האטה משנה את תדירות הזרם המושרה ו-נשלח אות שינוי לקופסת הבקרה. בשיעור האטה העולה על 20 מתקפים בשניה, או כאשר הפרש התדירויות בין שני הגלגלים הוא 6 מתקפים בשניה, יפעיל האות החשמלי את השסתום ההידרולי אשר יעביר לחץ הידרולי לבלם ויפתח מעבר לקו ההחזרה. המערכת החשמלית נשלטת ע"י מתג ANTI SKID בעל שני מצבים - "פעל/חדל", הנמצא בצדו ה-שמאלי של התא הקדמי. נורית אזהרה שליד המתג תידלק כאשר המתג במצב חדל או כאשר הוא במצב פעל, אך יש תקלה ב-מערכת.

5) מערכת מניעת סיבוב הגלגלים

קו הלחץ של מערכת קיפול כן-הנחיתה מחובר לקו הלחץ של הבלמים, ובשעת קיפול כן-הנחיתה נבלמים הגלגלים. מסיבה זו אין צורך בבלימת הגלגלים לפני קיפולם.

ג. פעולה רגילה

לחיצה על דוושות הגה הכיוון שבכל אחד מתאי הטייסים, או בשניהם יחד, תפעיל את שסתום ה-פיקוד, ולחץ הידרולי יעבור אל הבלמים דרך מונע ההחלקה. בקו הלחץ ההידרולי אין צמצם ולכן לחיצה מירבית על הדוושות תעביר לחץ של 3000 psi אל הבלמים. המשדר האלקטרוני ימדוד את שיעור תאוטת הגלגל, ובמידה ששיעור התאוטה גבוה, הוא יעביר אות חשמלי לשסתום ההידרולי לפריקת הלחץ ולשחרור הבלם. שיעור התאוטה יקטן, המשדר יפסיק לשדר אותות חשמליים, ה-שסתום ההידרולי ייסגר ולחץ יגיע שוב אל הבלם. בשעת קיפול כן-הנחיתה יגיע לחץ אל הבלמים ל-בלימת הגלגלים, עד שכן הנחיתה יהיה נעול במצב מעלה.

ד. פעולה בחירום

משיכה באחת מידיות החירום שבצד שמאל של לוח המכשירים, בשני תאי-הטייסים, תפתח מעבר ללחץ הידרולי ממצבר החירום אל שסתום הפיקוד. לחיצה על הדוושות תאפשר מעבר ישיר של הלחץ ההיד-רולי אל הבלמים ללא מעבר דרך יחידת מונע ה-החלקה. תפעול הבלמים בחירום זהה לתפעול ב-רגיל, אך פעולתם מוגבלת לזמן אספקת הלחץ מה-מצבר. לאחר משיכת הידית (כ-12 ס"מ) היא נשארת בחוץ, וניתן להכניסה רק לאחר הטיסה (משיכה בידית החירום ועצירה כאשר יש לחץ Utility תביא לעצירת המטוס, בעזרת מערכת החירום).

ה. שליטה

השליטה על הבלמים נעשית בעזרת הדוושות, ומידת הלחץ המפעיל את הבלמים תלויה בלחץ שמפעיל הטייס על הדוושות. הלחץ ההידרולי להפעלת ה-בלמים נלקח כאמור ממערכת השרת, וקריאתו חוויה ע"י מחוון הלחץ של המערכת אשר בתא ה-קדמי.

ו. פעולת מונע ההחלקה

מונע ההחלקה מופעל ע"י מתג ופעולתו מצויינת ע"י נורית ANTI SKID . כאשר המתג במצב OFF, או שיש תקלה במערכת, המנורה תידלק. המערכת למניעת החלקה מוגנת ע"י שלושה לחיצים לזרם ישר ולזרם-חילופין, הנמצאים בטבלה מס' 3 שבתא האחורי. לחיץ ARI שבתא הקדמי, מצב שמאל, שולט גם הוא על המערכת.

כל הפעלה של המתג יכולה לשמש כבדיקה פנימית של המערכת. כביית האור מציינת פעולה תקינה של המערכת.

אם רוצים להפסיק את פעולת מונע ההחלקה, ניתן לעשות זאת ע"י הבאת המתג למצב מופסק או ע"י לחיצה על הידית התחתונה של מטה ההיגוי (בשני התאים). מונע ההחלקה יהיה מנותק לזמן הלחיצה בלבד. כדי לוודא הפסקת פעולת המערכת, יש לעשות זאת כשאין לוחצים על הבלמים, ורק לאחר-מכן לחדש את הלחיצה.

ז. מגבלות

1) מערכת מונע החלקה מתחילה לפעול מ-10 עד 20 קשר.
2) בהסעה רגילה - אין להפעיל את מונע ה-החלקה.
3) הפעלת הבלמים ללא הפעלת מונע ההחלקה צריכה להיעשות בזהירות רבה, היות ו-לחיצה חזקה על הדוושות תגרום להפעלת לחץ של 3000 psi על הבלמים.
4) פעולת מונע החלקה (אנטי סקיד) מתאפשרת רק אחר שהגלגל החל להסתובב. לכן יש להקפיד לא ללחוץ על הבלמים בזמן נחיתה.

ז-6. היגוי קרקע

א. כללי

מערכת היגוי הקרקע מבוקרת חשמלית ומופעלת בלחץ הידרולי של מערכת שרת. המערכת מאפשרת שליטה על כיוון המטוס, בהסעה על הקרקע, ו-שיכוך מכות צידוד. מערכת היגוי הקרקע מבוקרת ע"י תנועת דוושות הגה הכיוון, השולחות אותות חשמליים בהתאם למצבן. האותות החשמליים מפעילים את הבוחר ההידרולי בהתאם. הבוחר מעביר את הלחץ ההידרולי לצד זה או אחר של מפעיל הגלגל הקדמי. כאשר המערכת אינה מוצמדת, חופשי הגלגל הקדמי להסתובב ימינה ושמאלה, ו-מערכת היגוי הקרקע משמשת אז רק כמשכך מכות צידוד. כפתורי הצמדת המערכת נמצאים על מוטות ההיגוי שבשני התאים. המערכת מוצמדת כל זמן שאחד הכפתורים, או שניהם, לחוצים, וכאשר גלגל האף נוגע בקרקע וידית גלגלים מטה, והיא מנותקת כאשר שניהם משוחררים.

מגבלות תנועת הסיבוב של כן-הנחיתה הקדמי הן כדלקמן:

1) כשהמערכת מוצמדת - 70° לכל צד מציר האורך של המטוס.
2) כשהמערכת אינה מוצמדת - אין מגבלה (360°).

הלחץ ההידרולי מסופק ממערכת השרת בלחץ של 3000 psi, והמתח החשמלי - מפס הצבירה הראשי של 28 וולט ז"י ומפס הצבירה השמאלי של 115 וולט ז"ח.

ב. תיאור המרכיבים העיקריים

1) שסתום הפיקוד

שסתום הפיקוד מבוקר חשמלית ע"י כפתורי ההצמדה הנמצאים על מוטות ההיגוי. ב-לחיצה על כל אחד מהכפתורים, נשלח ל-שסתום הפיקוד אות חשמלי הפותח מעבר ללחץ ההידרולי אל השסתום המחליף.

2) שסתום מחליף

השסתום המחליף מורכב מצילינדר שבתוכו נעה בוכנה בעלת מעברים פנימיים לשמן הידרולי. מצב הבוכנה נקבע ע"י שני כוחות הפועלים עליה. כוח קפיץ פנימי מצד אחד, ולחץ הידרולי מצד שני, הדוחף אותה כנגד כוח הקפיץ. אל השסתום ה-מחליף מתחברים צינורות לחץ וצינורות החזרה. צינורות הלחץ מקשרים את שסתום ההפעלה עם המפעיל ההידרולי. מצב ה-בוכנה קובע אם המערכת תפעל בהיגוי ה-גלגל הקדמי או בשיכוך הצידוד.

3) שסתום הפעלה

תפקיד שסתום ההפעלה לפתוח ולסגור את מעבר הלחץ ההידרולי לשסתום המחליף, בהתאם לאותות חשמליים המגיעים אליו

מיחידת הבקרה.
משסתום ההפעלה עובר הלחץ דרך השסתום המחליף כדי להניע את יחידת הכוח.

4) יחידת בקרה חשמלית

יחידת הבקרה החשמלית היא יחידת סרוו חשמלית המקבלת אותות חשמליים מפוטנ- ציומטר הפיקוד המופעל ע"י תנועת ה- דוושות ומפוטנציומטר ההזנה החוזרת, ה- מופעל ע"י תנועת יחידת הכוח של הגלגל. הפרש המתחים בין האותות נמדד כמתח שגיאה ונשלח להפעלת שסתום ההפעלה.

5) יחידת הכוח

יחידת הכוח היא מנוע שבשבות הידרולי ההופך להצים הידרוליים לתנועה סיבובית של כן-הנחיתה הקדמי. היחידה מוצמדת לכן-הנחיתה הקדמי ומניעה אותו באמצעות מערכת גלגלי שיניים. תנועת היחידה מניעה במקביל גם פוטנציומטר חשמלי השולח אות הזנה חוזרת ליחידת הבקרה.

6) המפצה

המפצה הוא שסתום הממוקם בקו ההחזרה, ונפתח בלחץ גבוה מ-300 psi. תפקיד ה- מפצה לשמור על הלחץ ההידרולי בקו ה- החזרה של יחידת הכוח לשם שיכוך תנועת כן-הנחיתה הקדמי כאשר מערכת היגוי ה- קרקע מנותקת.

7) צמצמים חד-כיווניים

מספר צמצמים חד-כיווניים ממוקמים בקווי הלחץ ובקווי ההחזרה, ומאפשרים מעבר חופשי של שמן לכיוון אחד ומעבר מוגבל לכיוון הנגדי. תפקידם של צמצמים אלה לסייע בשיכוך הזעזועים.

8) מערכת הגנה בפני תקלות חשמל

יחידת מונע ההחלקה מצוידת במערכת הגנה מפני תקלות חשמל כגון קצרים, נתקים או הפרעות. במקרה שהמערכת מאתרת תקלה חשמלית היא סוגרת את מעבר הלחץ ההיד- רולי והגלגל נשאר במצב חופשי (במקרה של פעולת המערכת כאשר המטוס בסטיה, יהיה צורך להשתמש בבלמים לתיקון הכיוון).

ג. פעולה

1) מערכת מוצמדת

הצמדת מערכת היגוי הקרקע נעשית ע"י לחיצה על אחד מכפתורי ההצמדה שעל מוטות ההיגוי. עם לחיצה על הכפתור, נשלח אות חשמלי הפותח את שסתום הפיקוד וזה מאפשר מעבר ללחץ ההידרולי אל השסתום המחליף. הלחץ מניע את הבוכנה שבשסתום המחליף כנגד כוח קפיץ ומשם הוא עובר לשסתום ההפעלה. תנועה של דוושות הגה הכיוון מעבירה מתח שגיאה מיחידת הבקרה החשמלית לשסתום ההפעלה בהתאם, ומזיזה אותו. משסתום ההפעלה עובר הלחץ ליחידת הכוח דרך השסתום ה- מחליף. יחידת הכוח נעה ומשנה את כיוון כן-הנחיתה הקדמי בעזרת מערכת גלגלי שיניים. במקביל מניעה יחידת הכוח פוטנ- ציומטר חשמלי השולח אות מצב ליחידת ה- בקרה, כמתח נגדי למתח הפקודה. כן- הנחיתה משנה אז את כיוונו עד שמתח מצב הכן משתווה למתח הפקודה, כלומר שמתח השגיאה שווה בערכו לאפס.

2) מערכת מנותקת

כאשר מערכת היגוי קרקע מנותקת, היא משמשת כמשכך צידוד. במצב זה השסתום המחליף סוגר את מעבר הלחץ ההידרולי מ- שסתום ההפעלה ליחידת הכוח ופותח את הקו מיחידת הכוח לקווי ההחזרה. המפצה, ה- נמצא בקו ההחזרה, שומר על לחץ של 300 psi במערכת והצמצמים מונעים תנועת שמן פתאומית בצינורות. דבר זה מונע תנועות פתאומיות של כן-הנחיתה ומשכך רעידות העלולות להיווצר. בגלל פעולת המפצה ו- מבנה הגלגל (קרבת נקודת המשען לציר ה- סבסוב), קשה לשנות את היגוי המטוס בעזרת הבלמים. עם הצמדת מערכת היגוי הקרקע

ישנה כן-הנחיתה את כיוונו בהתאם למצב הדוושות.

ד. בקרה ושליטה

1) בקרה

כפתורי ההצמדה שעל מוטות ההיגוי משמשים להצמדת המערכת ולניתוקה. לאחר הצמדת המערכת, כל תנועה של דוושות הגה הכיוון משנה וקובעת את כיוון הגלגל הקדמי. לפיכך, כאשר כפתור הצמדת היגוי קרקע לחוץ, ונשנה את קיזוז הכיוון, נשנה בהכרח את כיוון ההסעה של המטוס. היגוי גלגל האף הסמוך למרכז אינו רגיש ביותר, אך בקצה טווח הדוושה, כל תנועה קטנה תשנה את כיוון הגלגל במידה רבה.

2) שליטה

לחיצים - בטבלה מס׳ 3, בתא האחורי:

א) לחיץ NOSE WHEEL STEER

מתח חילופין של 115 וולט, 400 הרץ.

ב) לחיץ NOSE WHEEL STEER

מתח ישר של 28 וולט.

ג) מפסק כובד - הפעלת המערכת אפשרית רק במצב שבו כן-הנחיתה הקדמי לחוץ לקרקע, ומפסק הכובד לחוץ.

ז-7. ו ו - ע צ י ר ה

א. כללי

וו העצירה מותקן בחלקו האחורי של המטוס, מתחת למייצב הגה-גובה. הוו מחובר לציר סיבוב בקצהו הקדמי, ומופעל מטה ומעלה. הוו מבוקר מיכנית להורדה וחשמלית לקיפול מהתא הקדמי. הפעלתו נעשית בכוח הידרולי ופנימטי.

ב. פעולת המערכת

וו-העצירה מופעל ע"י צילינדר מפעיל הקשור בצדו התחתון למערכת השרת, ובצדו העליון למשכך המכיל שמן ואוויר. הצילינדר מחובר לגוף המטוס, בעוד שבוכנת הצילינדר מחוברת לוו-העצירה. תנועת הבוכנה כלפי מעלה גורמת לדיחוס האוויר במשכך. תנועה זו נעשית ע"י לחץ מערכת השרת, או ע"י קפיצות הוו.

תנועת הוו כלפי מטה נעשית בכוח האוויר הדחוס שבמשכך ובכוח הכובד (משקל הוו). חיבור הצילינדר לקו ההחזרה של מערכת השרת גורם לשחרור הלחץ ולירידת הבוכנה, כלומר לירידת הוו כלפי מטה.

במצב מעלה טעון המשכך בלחץ אוויר של 700 עד 1000 psi, בהתאם לטמפרטורה החיצונית. זמן ירידת הוו הוא 5 שניות, וזמן הקיפול - 13 שניות.

ג. ידית וו-העצירה

ידית וו-העצירה, דמויית וו-עצירה, ממוקמת בצד ימין של לוח המכשירים שבתא הקדמי. הידית קשורה מצד אחד לנועל וו-העצירה הנמצא בזנב המטוס, באמצעות מערכת של מוטות וכבלים, ובצד שני לבקרה חשמלית המפעילה את הבוחר ההידרולי. המנורה האדומה שבידית תדלק כל זמן שוו-העצירה אינו נעול במצב מעלה.

ד. נורית HOOK DN

נורית HOOK DN שבטבלת האזהרות תדלק כל זמן שוו-העצירה אינו במצב מעלה ונעול (במקביל למנורה שבתוך הידית).

ז-8. מצנח העצירה

א. כללי

מצנח העצירה המותקן במטוס משמש לקיצור ריצת הנחיתה וליציאה מסחרור. הפעלתו היא נוהג תקני בכל נחיתה.

המצנח שקוטרו 16 רגל עשוי מרצועות ונמצא בתוך קונוס הזנב של המטוס. הוא ארוז בתרמיל בד, בתוך בית המצנח. תפעול המצנח הוא מיכני, באמצעות מערכת כבלים ואינו קשור לשום מערכת אחרת במטוס. מגבלת המהירות להפעלתו היא 200 קשר (אם כי הוא עשוי להחזיק מעמד עד 250 קשר).

ב. ידית הפעלת המצנח

ידית הפעלת המצנח נמצאת בתא הקדמי, בצד שמאל, בין כיסא-המפלט למדף המכשירים השמאלי. במצב

רגיל, ידית ההפעלה מאוזנת, המצנח תפוס, אך אינו נעול למטוס, ודלת בית המצנח סגורה.

ג. פעולה

משיכת ידית ההפעלה (כ-60° עד לנעילה), מניעה מערכת מנופים הנועלת את המצנח למטוס ומשחררת, לאחר-מכן,את נעילת הדלת של בית המצנח. הדלת נפתחת בכוח קפיץ. מהירות פתיחתה מוטסת ע"י בוכנת אוויר הגורמת גם לייצוב הדלת במצב פתוח. לאחר פתיחת הדלת, נזרק מצנחון ע"י קפיץ, נמשך לאחור ע"י זרימת האוויר ומושך אחריו את המצנח הראשי. תרמיל הגב יוצא יחד עם המצנח.

השלכת המצנח נעשית ע"י החזרת הידית למצב מאוזן. לשם-כך יש ללחוץ תחילה על הכפתור הנמצא בקצה הזרוע התחתונה, ולמשוך קצת את הידית כלפי מעלה. לאחר שחרור הנעילה ניתן להוריד את הידית למצב מאוזן.

ד. הערות

1) בכל יציאה מקרית של המצנח באוויר, הוא ישתחרר ויפול מהמטוס, כי אינו נעול.
2) בכל הפעלה, יש לוודא שהידית אכן ננעלה במצב מעלה. אם הידית לא ננעלה ומחליקה כלפי מטה, ישתחרר המצנח מייד עם יציאתו.
3) את המצנח יש לשחרר בהסעה ישרה.
4) בבדיקות חיצוניות, יש לוודא שסרט קצר בולט בין מכסה המצנח לקונוס הזנב (הסרט הוא סימן שיש מצנח).



פרק י

דיחוס ומיזוג-אוויר

י-1. כללי

מערכת מיזוג האוויר של המטוס מתחלקת לשתי תת-מערכות עיקריות - אחת למיזוג ודיחוס תאי הטייסים והשנייה - לקירור המערכות האלקטרוניות.

המערכות נפרדות לגמרי זו מזו, אך מקבלות את האוויר מהדרגה ה-17 של המנועים דרך צינור משותף. שתי המערכות מותקנות בעיקרן באף המטוס - מערכת מיזוג ודיחוס תאי הטייסים בצד ימין ומערכת קירור המכשירים בצד שמאל.

צרכנים נוספים של מערכת הדיחוס הם:

א. בקרת שכבת הגבול על הכנפיים.

ב. דיחוס מיכלי הדלק.

ג. הסרת גשם מהשמשה הקדמית.

ד. הרחקת גזים מהתותח.

ה. אטמי החופות.

ו. שסתומי חליפת תאוצה.

ז. מרכז אווירודינמי.

ח. מדחס פנימטי.

י-2. מבנה כללי

א. אוויר מהדרגה ה-17 של המנועים מתנקז דרך סעפת צינורות ועובר אל הצינור הראשי דרך שסתום חד-כיווני.

ב. מהצינור הראשי נלקח אוויר לבקרת שכבת הגבול. האוויר עובר דרך 4 שסתומים, שסתום לכל מדף (שפת התקפה ושפת זרימה בכל כנף). השסתומים אינם אלא ברזים מכניים המופעלים ע"י המדפים

ג. זרימת האוויר הראשית מתפצלת לשני כיוונים, כשכל אחד מהם מוביל ליחידת קירור נפרדת.

ד. הצרכנים המשניים מתחלקים בין שתי המערכות כדלקמן:

<u>מערכת מיזוג ודיחוס תאי הטייסים:</u>

1) הסרת גשם מהשמשה הקדמית.

2) הרחקת גזים מהתותח.

<u>מערכת קירור המכשירים</u>

1) דיחוס מיכלי הדלק.

2) אטמי החופות.

3) שסתומי חליפת הלחץ.

4) מרכז אווירודינמי.

5) מדחס פנימטי.

ה. מערכת הדיחוס אינה כוללת ברז ראשי והיא מתחילה לפעול עם הפעלת אחד מהמנועים, בתנאי שיש מתח במטוס.

י-3. מערכת מיזוג ודיחוס תאי הטייסים

א. <u>מרכיבים עיקריים של המערכת</u>

1) <u>וסת לחץ</u>

וסת הלחץ שומר על לחץ קבוע של psi 62 ± 4 במערכת בכל סל"ד ובכל תנאי טיסה. כמו-כן הוא מערבב את האוויר המתקבל מהדרגה ה-17 של המדחס עם אוויר שעבר דרגת קירור אחת במקרן.

2) <u>מקרן אוויר-אוויר</u>

המקרן בנוי מכונס אוויר חיצוני שפתחו נמצא בדופן ימין של אף המטוס, ומוביל זרימה שבתוכו צינוריות מערכת הדיחוס. האוויר החיצוני הנכנס לתוך הכונס זורם במהירות גבוהה סביב צינורות מערכת הדיחוס, וע"י כך מקרר את האוויר שבתוכם.

3) <u>ברז "חם"</u>
הברז מכניס למערכת המיזוג אוויר חם בכמויות משתנות ביחס לאוויר הקר בהתאם לטמפרטורה הרצויה.

4) <u>ברז "קר"</u>
הברז ה"קר" קובע את כמות האוויר שתמשיך להתקרר אחרי הדרגה הראשונה של המקרן. כמו-כן מאפשר הברז הקר שליטה על טמפרטורת האוויר הממוזג בתיאום עם הברז ה"חם".

5) <u>מקרן טורבו</u>
מקרן הטורבו הוא מדחס המונע ע"י אוויר ממערכת המיזוג. המקרן מסובב טורבינה שאליה מגיע אוויר מקורר. ביציאה מהטורבינה קטן הלחץ באופן חד, והוא מתקרר.

6) <u>שסתום קירור על הקרקע</u>
השסתום פתוח בעת שהמטוס על הקרקע, ומאפשר זרימת אוויר למזרק האוויר החם.

7) <u>מזרק אוויר חם</u>
המזרק נמצא מאחורי המקרן, ומזריק אוויר לכיוון היציאה מהמקרן. כתוצאה מכך הוא יוצר תת-לחץ הגורם לייניקת אוויר חיצוני דרך הכונס למקרן.

ב. <u>פעולת המערכת באוויר</u>
אוויר בטמפרטורות גבוהות מאוד מגיע למערכת מיזוג תאי הטייסים. בכניסה עובר האוויר דרך וסת לחץ (1), השומר על לחץ קבוע של 4 ± 62 psi במערכת.
בווסת זה מתערבב האוויר החם עם האוויר המקורר ע"י דרגה אחת של מקרן האוויר (2) ומקררו מעט.
חציו של האוויר ממשיך ישר לברז ה"חם" (3), בעוד שחציו השני זורם למקרן אוויר-אוויר כפול (2) שבו הוא מתקרר. בשלב ראשון זורם האוויר פעם אחת דרך המקרן הכפול, וממנו הוא מתחלק שוב לשני כיוונים:
מצד אחד ממשיך האוויר למערכת הסרת הגשם ולאוורור התותח וחזרה לווסת הלחץ.
מצד שני ממשיך האוויר להתקרר כאשר הברז ה"קר" (4) קובע את כמות האוויר שתמשיך לעבר יחידת הקירור.
האוויר אשר עבר את הברז ה"קר" (4) מסובב את מדחס מקרן הטורבו (5) וממשיך לתהליך קירור נוסף בדרגה השנייה של המקרן. מהמקרן עובר האוויר הקר לטורבינת הקירור ושם הוא מתקרר סופית כתוצאה מנפילת לחץ רצינית.
האוויר הקר ממשיך לכיוון התא, ובדרכו הוא מתערבב עם האוויר החם שעבר את הברז ה"חם" (3).
טמפרטורת האוויר הנכנס לתא נשלטת ע"י ברז כפול השולט, הוא, על הברז ה"חם" (3) ועל הברז ה"קר" (4) כאחד. ברזים אלה פותחים או סוגרים במקביל את מעברי האוויר החם והאוויר הקר במערכת, וע"י כך קובעים את טמפרטורת האוויר הממוזג.
ברז הערבוב הכפול מבוקר אוטומטית ע"י גשש טמפרטורה הנמצא בכניסה לתא, או מיכנית - ע"י מפסק הנמצא בתא הטייס.
האוויר הממוזג מתחלק ל-3 צינורות כדלקמן: שמשה קדמית, רגליים בתא הקדמי ורגליים בתא האחורי. חלוקת האוויר בין הצינורות לשימוש פנימי נשלטת ע"י ידית הפשרת האדים הנמצאת בתא הקדמי.

ג. <u>פעולת המערכת על הקרקע</u>
כדי לפתור את בעיית מיזוג האוויר בתא על הקרקע, בזמן המתנה או הסעה, כשאין זרימת אוויר חיצוני במקרן האוויר-אוויר, הותקן בתוך המקרן מזרק לאוויר חם (7).

המזרק (אחרי הווסת) מזריק אוויר לכיוון היציאה מהמקרן, וע"י כך יוצר בתוכו תת-לחץ הגורם ליניקת אוויר חיצוני למקרן דרך הכונס.
שסתום הקירור על הקרקע שולט על כניסת האוויר למזרק. הוא נפתח ונותן מעבר לאוויר רק בעת שהגלגלים במצב מטה.

ד. <u>מיזוג חליפת הטייסים</u>

במערכת מיזוג האוויר קיים סידור המאפשר זרימת אוויר ממערכת מיזוג האוויר לתא-הטייס דרך חליפת הלחץ. חליפת הלחץ מתחברת למערכת ע"י צינור התלוי בצידה השמאלי. כדי להתחבר למערכת, יש לחבר את הצינור לצינור מיוחד הנמצא בחלקו האחורי של דופן שמאל בשני תאי הטייסים.
במצב של מיזוג תא מיכני, יש להציב את וסת הטמפרטורה של חליפת הלחץ במצב OFF, אחרת יוצא האוויר מצינור החיבור של החליפה במקום לזרום לתאים.
חליפת הלחץ פועלת בתנאי הטיסה השונים באופן הבא:

1) בטיסה רגילה, כשיש די לחץ בתאי-הטייסים, החליפה נדחסת במקצת בגלל התנגדותה לזרימת האוויר בתוכה (לא ניתן למדוד את הלחץ).

2) כשרום התא עולה על 35,000 רגל, החליפה נדחסת ע"י אוויר האוורור.

3) אם אין אוויר לאספקת האוורור, יבוא במקומו חמצן ממערכת החמצן של המטוס, אשר ימלא את שני התפקידים - דיחוס החליפה ואספקת חמצן לנשימה.

4) במקרה של תקלה במערכת החמצן, או במקרה של נטישה, חמצן החירום ישמש לדיחוס החליפה ולאספקת החמצן.

ה. <u>בקרה ופיקוח</u>

מערכת מיזוג האוויר ודיחוס התא נשלטת מהתא הקדמי בלבד, ע"י שלושה מתגים ומנורת אזהרה
CABIN TURB OVERSPEED
הנמצאת בלוח האזהרות.
שלושת המתגים הם: מתג מיזוג אוטומטי, וסת טמפרטורה אוטומטי, ידית הפשרת אדים.

1) <u>מתג מיזוג</u>

זהו מתג בעל שלושה מצבים: AUTO, OFF, MANUAL COLD/HOT.
במצב AUTO - נשמרת הטמפרטורה באופן אוטומטי ע"י וסת הטמפרטורה.
במצב OFF - מופסק הוויסות האוטומטי.
במצבי MANUAL COLD/HOT שהם מצבים מיכניים, מופעל ברז הערבול המשנה את הטמפרטורה בהתאם למצבי המתג.

2) <u>בוחר ויסות אוטומטי של הטמפרטורה</u>

במצב AUTO של מתג מיזוג האוויר קובע מצב הבוחר, הקשור לווסת, את הטמפרטורה הנשמרת בתא. הבוחר מופעל בצורה סיבובית, ונותן טמפרטורות בין 29° ל- 38° כל זמן שידית הפשרת האדים נמצאת בתחום הנמוך (LOW). כשהידית במצב קדמי, יספק הבוחר טמפרטורות בין 30° ל- 93°. הגברת הטמפרטורה נעשית ע"י סיבוב הבוחר בכיוון השעון. בתנאים רגילים יש להציב את הבוחר בין השעות 1 ל-11, לקבלת טמפרטורה רגילה.

3) ידית הפשרת אדים

כדי להפשיר אדים העלולים להיווצר על השמשות הקדמיות, יש להעביר את ידית הפשרת האדים למצב קדמי. פעולה זו מגדילה את כמות האוויר הזורם לשמשה הקדמית מ-10% עד 80% של הזרימה הכללית. ניתן להעביר את הידית גם למצב ביניים.

במחצית מהלך הידית קדימה, מופעל מפסק זעיר המעלה את טמפרטורת האוויר הנכנס לתא. פעולת המפסק הזעיר מתקבלת רק כשמתג המיזוג במצב אוטומטי.

4) מנורת אזהרה CABIN TURB OVER SPEED

המנורה נמצאת בלוח האזהרות והיא נדלקת כאשר הלחץ לפני מקרן הטורבו מגיע ל-100 psi

מנורת האזהרה מתריעה מפני לחץ אוויר גבוה על המקרן, שעלול לפרקו. דיאפרגמה, הנמצאת בתוך הצינור, לפני המקרן, תיקרע בלחץ של 105 psi ותנקז את האוויר מהדיחוס אל היציאה מהתא. עם הידלקות המנורה, יש להפחית כוח מנוע ולהקטין מהירות. אם המנורה נשארת דלוקה, יש להפסיק דיחוס תא (מתחת ל-25,000 רגל) ולחזור לנחיתה.

הערות:

1) לאחר כל טיסה, יש להעביר את ידית הפשרת האדים למצב קדמי, ואת בוחר הטמפרטורה לטמפרטורה מירבית, כדי ליבש את הקווים הפנימיים של מערכת המיזוג.

2) בוויסות מיכני של הטמפרטורה, יש להיזהר לא להגיע לטמפרטורות חמות מדי, היות ופעולת הברזים מפגרת אחרי המפסק, והטמפרטורה המירבית עלולה לעלות עד 110°.

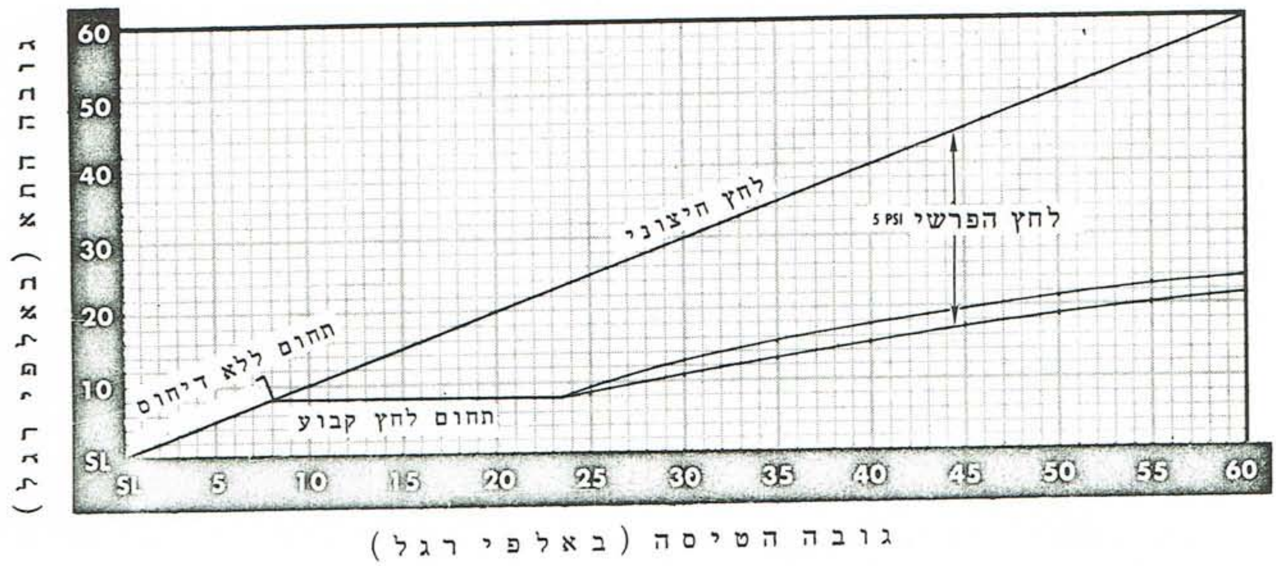
ו. דיחוס תאי הטייסים

1) כללי

כשהחופה סגורה, המנוע ומערכת קירור התא בפעולה, תא הטייס נמצא בדיחוס בגובה של 8000 רגל ומעלה.
הלחץ בתוך תא-הטייס נשמר ע"י וסת לחץ הנמצא על רצפת התא האחורי מאחורי מושב הנווט. הווסת שולט על זרימת האוויר היוצא מתוך התא.
מתחת ל-8000 רגל, הווסת משחרר את האוויר כדי לבטל את הדיחוס.
מגובה 8000 רגל עד 23,100 רגל בקירוב, הווסת שומר על גובה-תא של 8000 רגל.
מ-23,000 רגל ומעלה, הווסת שומר על לחץ הפרשי של 5 psi בין גובה התא לגובה המטוס. הפרש לחצים זה שומר על גובה-תא של 40% בערך מגובה הטיסה, וכך, כשהמטוס בגובה 50,000 רגל, גובה התא קרוב ל-19,000 רגל.
פעולת וסת הלחץ היא אוטומטית לחלוטין. בתא מותקן שסתום ביטחון (והרקה) המונע בעד הלחץ ההפרשי מלעבור על מגבלות הלחץ - חיובי או שלילי - במקרה של תקלה בווסת לחץ התא. שסתום זה גם משמש להרקת האוויר מהתא.

אזהרה!
במקרה של הפסקת חשמל כללית משתחרר הדיחוס מהתאים.

עקומת לחץ התא



2) <u>מד-גובה התא</u>

מד-גובה התא נמצא בתא הקדמי על דופן ימין ובתא האחורי - על דופן שמאל. מד-גובה התא מציין את הלחץ השורר בתא באלפי רגל.

ז. <u>הפסקת דיחוס בחירום</u>

הפסקת דיחוס בחירום נעשית ע"י משיכת הידית הנמצאת קדימה למד-גובה התא שבתא הקדמי. פעולה זו מפסיקה את זרימת האוויר ליחידת המיזוג, פותחת שסתום המשחרר את לחץ הדיחוס, ופותחת פתח אוויר דינמי לתוך התא.

את זרימת האוויר ליחידת המיזוג ניתן להפסיק גם ע"י הוצאת לחיץ הדיחוס הנמצא בלוח לחיצים מס' 3 שבתא האחורי.

ח. <u>מערכת הסרת גשם</u>

כדי לשפר את הראות בגשם, המטוס מצויד במערכת המאפשרת התזת אוויר חם על השמשה הקדמית מבחוץ, דרך פתח מיוחד. אוויר זה מייבש ומרחיק את טיפות הגשם וע"י-כך משפר את הראות קדימה. בגשם כבד ובתנאי נחיתה (כשהמדפים למטה), יעילות המערכת מוגבלת, אך מכל מקום היא משפרת את הראות.

האוויר המותז הוא תערובת של אוויר קר ואוויר חם. אוויר זה נשלט ע"י ברז כפול המופעל ע"י מפסק הנמצא על דופן ימין של התא הקדמי (על-יד מד-גובה התא).

פעולת המערכת מוגבלת מאוד בגלל חולשת השמשה הקדמית. הפעלה ארוכה מדי גורמת להסתדקות השמשה. יש להפעיל את המערכת רק כאשר הדבר הכרחי (כגון נחיתה בגשם כבד), ולזמן קצר בלבד. מנורת

WINDSHIELD TEMP HIGH

תידלק כאשר טמפרטורת השמשה גבוהה מדי. מנורה זו עלולה להידלק גם ללא פעולת המערכת בטיסה במאך גבוה, אך אז אין לה משמעות, ואין צורך להתחשב בה.

<u>הערה:</u>

תקלת שני גנרטורים תגרום להפסקת הדיחוס.

ט. <u>הרחקת גזים מהתותח</u>

בגלל קצב האש הגבוה של התותח, נוצרת הצטברות לחץ גזים סביב התותח. מערכת יחידת אוורור התותח יונקת את הגזים מאזור נקודת הירי אל מחוץ למטוס, דרך פתח הנמצא בחרטום המטוס בצד ימין. המערכת בנויה מצינור אוויר חם המסתעף ממערכת הסרת הגשם, ושסתום הנמצא על הצינור הנ"ל.

ברגע הלחיצה על ההדק נפתח השסתום, אוויר חם מוזרם מהדרגה ה-17 של המנועים דרך מערכת הסרת הגשם לתוך צינור אוורור התותח. זרימת האוויר החם יוצרת יניקה, הגורמת לשחרור הגזים מגוף התותח אל מחוץ למטוס. השסתום נשאר פתוח 30 ± 6 שניות לאחר ההרפייה מהדק הירי.

אם חייב הטייס להפסיק את הדיחוס מסיבה כלשהי, מערכת יניקת הגזים לא תפעל. הדבר לא יפריע לפעולת התותח.

י-4. מערכת קירור המכשירים

א. <u>כללי</u>

מערכת קירור המכשירים (קירור מערכות אלקטרוניות) נמצאת בצד שמאל של אף המטוס, ופעולתה דומה לפעולת מערכת מיזוג תאי הטייסים.

ב. <u>מרכיבי המערכת</u>

מערכת קירור המכשירים כוללת את המרכיבים העיקריים הבאים:

1) <u>מקרן אוויר</u>

בעל דרגת קירור אחת, ניזון מזרימת אוויר חיצוני דרך כונס הנמצא בדופן שמאל של אף המטוס.

2) <u>וסת לחץ</u>

שומר על לחץ של 106 ± 4 psi במערכת.

3) <u>מקרן טורבו</u>

מונע ע"י זרימת אוויר חיצוני, לאחר שעבר את מקרן האוויר.

4) <u>וסת טמפרטורה</u>

שומר על טמפרטורת קירור קבועה - 29 C° מתחת לגובה 25,000 רגל ו- 4 C° מעל גובה זה.

5) <u>מתאם קירור על הקרקע</u>

משמש לחיבור מערכת קירור חיצונית.

6) <u>מגביל טמפרטורה</u>

שומר שטמפרטורת הקירור לא תעבור על המגבלות. מעל 65 C°, המגביל סוגר את שסתום וסת הלחץ ומדליק את מנורת האזהרה בתא-הטייס.

7) <u>משדר טמפרטורה</u>

מספק לווסת הטמפרטורה נתונים על טמפרטורת האוויר בקו היציאה.

8) <u>שסתום חירום</u>

פועל במקרה של הפסקת פעולת המערכת. השסתום מאפשר כניסת אוויר חיצוני מכונס האוויר של המקרן, ישירות לקירור הצרכנים.

9) <u>שסתום קירור על הקרקע</u>

מכניס אוויר דחוס למזרק האוויר החם כשהמטוס בעמידה על הקרקע.

10) <u>מזרק אוויר חם</u>

מזריק אוויר חם ביציאה מהמקרן. המזרק יוצר ביציאה תת-לחץ הגורם לזרימת אוויר דרך המקרן גם כשהמטוס בעמידה על הקרקע.

ג. <u>פעולת המערכת באוויר</u>

האוויר למערכת מגיע בלחץ ובטמפרטורה מהדרגה ה-17 של המדחס. הוא עובר קירור ראשוני במקרן האוויר.

אחרי המקרן, נלקח חלק מהאוויר לדיחוס צרכני המערכת, בעוד שחלק אחר עובר דרך וסת הלחץ לווסת הטמפרטורה ולמקרן הטורבו. במקרן הטורבו, מקורר האוויר קירור סופי ומשם הוא עובר לווסת הטמפרטורה. וסת הטמפרטורה שומר על טמפרטורה קבועה במערכת, (29 C° מתחת לגובה 25,000 רגל, ו- 4 C° מעל גובה זה). פעולת הווסת מתבטאת בכך שהאוויר הקר המתקבל ממקרן הטורבו מתערבב בכמויות מתאימות עם אוויר חם יותר המתקבל ממקרן האוויר. את נתוני טמפרטורת האוויר מקבל הווסת ממשדר טמפרטורה הנמצא בקו היציאה לצרכנים. במקרה שטמפרטורת היציאה עולה על 65 C°, נפסקת פעולת המערכת האוטומטית הודות לבי-מטל (דו-מתכת הנמצא במגביל הטמפרטורה, ומנורת

RADAR CNI COOL OFF

נדלקת בשני התאים.

ניתן לחדש את פעולת המערכת (רצוי אחרי 15 שניות ואחרי הורדת סל"ד), ע"י לחיצה על כפתור RESET מאחד התאים.
בתא הקדמי נמצא הכפתור קדימה על מדף ימין, ובתא האחורי - בצד ימין של מדף המכשירים, ליד מנורת האזהרה.
אם הטמפרטורה אינה יורדת למטה מ- 65C°, תנותק המערכת בשנית. שסתום חירום ייפתח בכל מקרה של הפסקת פעולת המערכת, ויתן לאוויר חיצוני לזרום מכונס האוויר אל הצרכנים ולקרר אותם.

ד. <u>פעולת המערכת על הקרקע</u>

על הקרקע, אוויר חיצוני אינו זורם דרך כונס האוויר למקרן, ומערכת קירור המכשירים מושבתת.
כדי לפתור את בעיית הקירור על הקרקע, נפתח, על הקרקע, שסתום קירור על הקרקע, המאפשר כניסת אוויר דחוס מהמנוע למזרק האוויר החם שבמקרן. המזרק מזריק את האוויר אל פתח היציאה של מקרן האוויר, ונוצר תת-לחץ, הגורם לזרימת האוויר במקרן ולהפעלת המערכת.
ניתן להפעיל את המערכת על הקרקע ללא הפעלת המנועים, ע"י חיבור מערכת קירור חיצונית לקו היציאה של מערכת הקירור של המטוס.

ה. <u>דיחוס כיפת ה-מכ"מ</u>

האוויר המגיע לקירור מכשירי ה-מכ"מ משמש גם לדיחוס כיפת ה-מכ"מ, על-מנת למנוע היווצרות ניצוצות בגובה רב.
לחץ דיחוס ה-מכ"מ גבוה ב-1.4 psi מהלחץ החיצוני, והוא קיים כל זמן שהמנועים פועלים ומפסק הכובד שבגלגל שמאל משוחרר.

ו. <u>דיחוס לחליפת התאוצה</u>

אוויר מיחידת קירור המכשירים מגיע לשסתומי חליפת תאוצה (anti-g).
שסתומים אלה מספקים לחץ משתנה לחליפת התאוצה, על עיקרון של משקולת כנגד קפיץ. את השסתום לא ניתן לכוונן, אך ניתן לבדוק אותו ע"י לחיצה בחלקו העליון.
שני השסתומים זהים בשני התאים, ונמצאים על דופן שמאל מאחור.

ז. <u>דיחוס לצרכנים נוספים</u>

נוסף על הצרכנים העיקריים שפורטו קודם-לכן, מספקת המערכת דיחוס לצרכני המשנה הבאים:

1) מיכלי דלק - לדיחוס והעברה.
2) אטמי חופות - לאטימת התאים ושמירה על דיחוס התא.
3) מרכז אווירודינמי - למערכת פיצוי לחץ סטטי.
4) מדחס פנימטי - אוויר בלחץ אל המדחס הפנימטי.

פרק יא

מערכת החמצן

יא-1. תיאור כללי

מערכת החמצן שבמטוס היא מסוג חמצן נוזלי. החמצן מאוחסן בתוך מיכל במצב נוזלי בטמפרטורה נמוכה, ומתאדה בקצב המספיק כדי שמירה על לחץ קבוע של הגזים מעל פני הנוזל. ככל שנושמים יותר חמצן, גדלה מהירות האידוי. החמצן הגזי פועל בלחץ של 25 ± 75 psi ונשאר בלחץ זה עד להתרוקנות מיכל האידוי. המערכת מוגנת מפני לחץ-יתר ע"י שסתום הקלה הפורק את הלחץ מעל 110 psi .

אספקת החמצן לטייס יכולה להיעשות משני מקורות: ממערכת החמצן הנוזלי ומבקבוק חמצן החירום. ממערכת החמצן הנוזלי יכול הטייס לקבל חמצן בדרכים הבאות:

א. דרך וסת החמצן הראשי (עם שימוש במסיכת החמצן הרגילה).

ב. ע"י עקיפת וסת החמצן לקבלת חמצן בלחץ (עם שימוש במסיכת החמצן הרגילה).

ג. דרך וסת מיוחד, בזרימה קבועה ע"י עקיפת הווסת הראשי (עם שימוש בחליפת לחץ לגובה רב).

מערכת חמצן החירום כוללת בקבוק חמצן גזי, הנמצא בתוך הכיסא והיכול לספק זרימת חמצן קבועה במשך 10 דקות בקירוב.

יא-2. תיאור המרכיבים העיקריים

א. <u>המיכל</u>

קיבול מיכל החמצן הנוזלי הוא של 10 ליטר. המיכל בנוי משתי שכבות מבודדות לשמירת הטמפרטורה הנמוכה. הגישה אל המיכל היא דרך פתח הנמצא בגחון המטוס. ניתן אמנם למלא את המיכל כאשר הוא מורכב במטוס, אך בדרך כלל מחליפים אותו במיכל מלא. לבד מהחיבורים הקובעים את המיכל לגוף המטוס, יש לחבר אליו את צינור החמצן של המטוס ותקע חשמלי למד הכמות.

מהמיכל זורם החמצן למקרן הנמצא מאחורי משענת הגב של הכיסא האחורי. תפקיד המקרן לחמם את החמצן לטמפרטורת התא, בעיקר בזמן צריכה מוגברת.

קצב התאדות החמצן מותאם לצריכת החמצן בנשימה. גם בזמן שאין צורכים חמצן, הולכים לאיבוד 15% מהכמות הכללית, מדי 24 שעות. אובדן חמצן זה נגרם מחמת הפיכת החמצן הנוזלי לחמצן גזי ושחרור הלחץ דרך שסתום ההקלה.

מהמקרן מתחלק החמצן לשני התאים. בכל תא הוא מגיע במקביל לווסת ולמפסק (שסתום) חליפת הלחץ.

כמות החמצן הכללית לנשימה מספיקה למשך זמן שונה, התלוי בגובה הטיסה וביחס התערובת (ראה טבלה).

ב. <u>וסת החמצן</u>

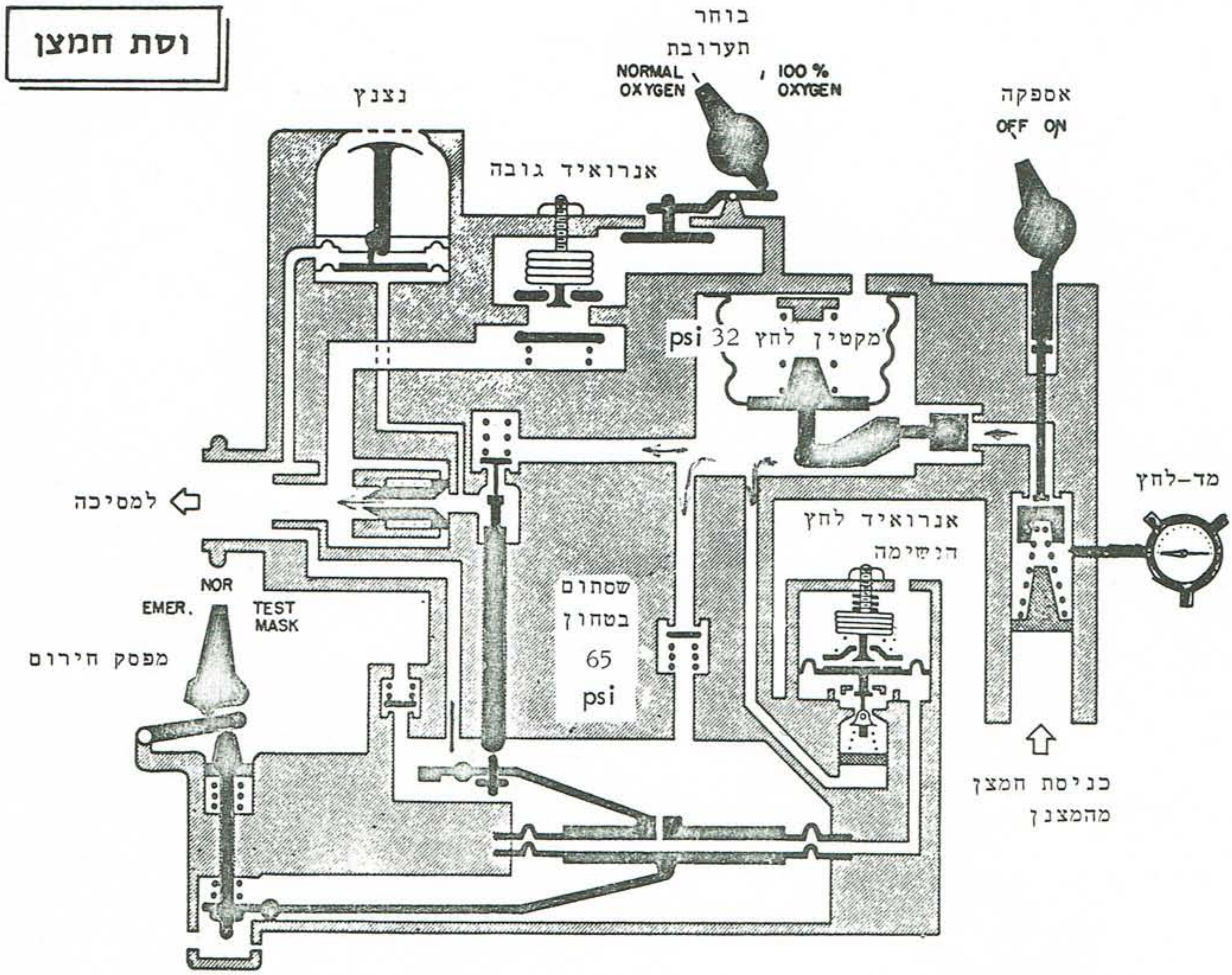
בשני התאים ישנם וסתים זהים הנמצאים על מדף שמאל. הווסת מקבל חמצן בזרימה קבועה, הבאה מהמקרן, בלחץ של 25 ± 75 psi . הוא מווסת באופן אוטומטי את לחץ החמצן ואת שיעור זרימתו לפי ביקוש הטייס וגובה הטיסה.

בגובה נמוך מספק הווסת לטייס חמצן בתערובת מתאימה, ובגובה רב - חמצן 100%. הווסת גם פורק לחצי-יתר מהמסיכה.

פעולת הווסת מבוססת על פעולת מרכיביו השונים כלהלן:

1) <u>אנרואיד גובה</u>

מווסת את תערובת החמצן בהתאם לגובה. בגובה 100 ± 32,000 רגל, הוא מספק 100% חמצן ע"י סגירת פתח אוויר חיצוני.



2) <u>אנרואיד לחץ החמצן לנשימה</u>

מווסת את לחץ החמצן בגובה. בגבהים 27 עד 41 אלף רגל, לחץ החמצן נע בין 2.5 ל-5 מיליבר. בגבהים שבין 42 ל-45 אלף רגל, הלחץ הוא 21.25 מיליבר, ובגבהים שבין 47 ל-50 אלף רגל, הלחץ הוא 37.5 מיליבר. הוויסות נעשה ע"י הכנסת חמצן בלחץ לדיאפרגמה ופתיחת שסתום הביקוש.

3) <u>שסתום ביקוש</u>

מופעל ע"י דיאפרגמה שתנועותיה מושפעות מנשימת הטייס. בזמן נשימה נוצר תת-לחץ, הגורם להורדת הדיאפרגמה ולפתיחת שסתום הביקוש שדרכו נכנס החמצן לצינור המסיכה. כמות החמצן הנכנס תלויה בהפרש הלחצים הנוצר משני צדי הדיאפרגמה.

4) <u>מקטין לחץ</u>

מקטין הלחץ נמצא בכניסה לווסת ומקטין את לחץ החמצן מ-75 psi ל-32 psi .

5) <u>שסתום ביטחון</u>

נפתח ומשחרר חמצן כאשר הלחץ עולה מעל 65 psi במקרה של תקלה.

ג. <u>חיבור החמצן למסיכה</u>

בצינור החמצן של המסיכה אין שסתום חנק. הצינור מתחבר למחבר T , המוצמד לרתמת המצנח. כשמחבר ה- T אינו מחובר, הוא מוצמד למתאם הנמצא על דופן ימין של התא.

למחבר יש שתי כניסות ויציאה אחת. אל היציאה מתחבר צינור החמצן של המסיכה, בעזרת טבעת קפיצית (חוט הרדיו לקסדה מגולגל סביב צינור החמצן במקום הזה).

זמני אספקת החמצן

כמות חמצן (בליטרים) / רום תא	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35,000 רגל	2.4	4.8	7.2	9.7	12.1	14.6	17.0	19.4	21.8	24.3
	2.4	4.8	7.2	9.7	12.1	14.6	17.0	19.4	21.8	24.3
25,000 רגל	1.3	2.7	4.1	5.4	6.8	8.2	9.6	10.9	12.3	13.7
	1.7	3.4	5.1	6.8	8.5	10.2	11.9	13.6	15.3	17
15,000 רגל	0.8	1.6	2.5	3.3	4.1	5.0	5.8	6.7	7.4	8.3
	2.3	4.6	7.0	9.3	11.7	13.9	11.4	18.7	21.0	23.4
10,000 רגל	0.6	1.3	2.0	2.6	3.3	4.1	4.7	5.3	6.0	6.7
	2.3	4.6	7.0	9.3	11.7	13.9	16.4	18.7	21.0	23.4

בטבלה זו מצויין זמן אספקת החמצן כתלות בכמות החמצן ורום התא.המספרים שבחצי העליון מתייחסים ל-100% חמצן,ובחצי התחתון למצב NORMAL .
החישוב הוא לשני אנשי צוות.

אחת הכניסות למחבר היא מווסת החמצן, בעוד שהכניסה השניה מחוברת לבקבוק חמצן החירום ולקו החמצן בלחץ שבא ממפסק החליפה.בחיבור לווסת החמצן מצוי שסתום ניתוק קו, המונע מעבר חמצן בלחץ לתוך הווסת במקרה של תפעול לא רצוני של חמצן החירום.

בכניסה השניה נמצא צמצם זרימה, המקטין את לחץ החמצן המתקבל מברז חליפת הלחץ. כאמור, אותו הצינור משמש להזרמת החמצן לחליפת הלחץ ולשתי החליפות ממערכת החירום.

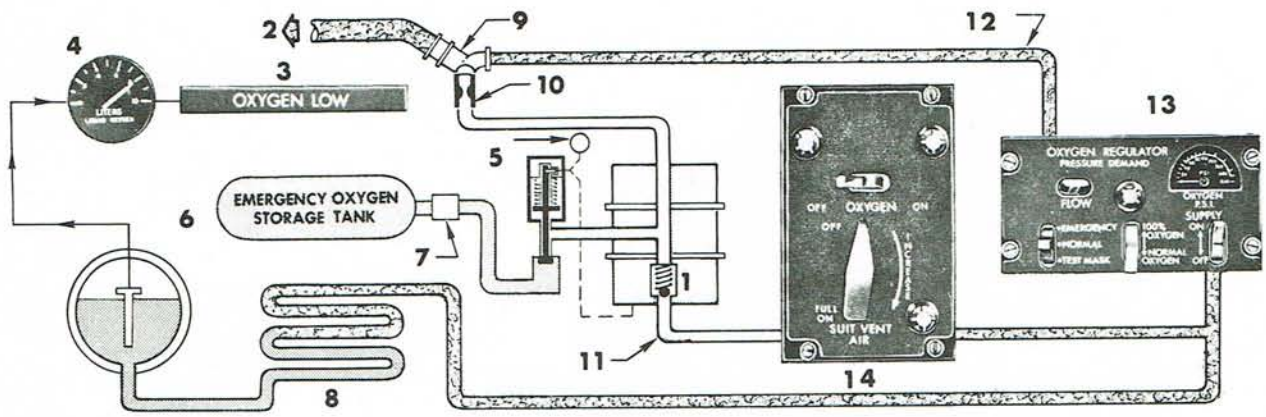
ד. <u>בקבוק חמצן החירום</u>

בקבוק חמצן החירום נמצא בתוך זווד המילוט שבכיסא-המפלט, בצד שמאל של בסיס משענת הגב. הבקבוק מכיל חמצן גזי בלחץ של 1800 psi . נפח הבקבוק - 50 cu.in , המספיקים ל-12 דקות נשימה. הפעלת הבקבוק היא רצונית, ע"י משיכת התפוח הנמצא בצד שמאל של הכיסא ב- 90° אליו, או אוטומטית, עם יציאת הכיסא מהמטוס בזמן ההפלטה. הפעלת הידית פותחת שסתום, המאפשר לחמצן לעבור דרך מקטין לחץ (עד 40 psi למחבר ה- T ומשם למסיכה.
בזמן הפעלה רצונית צריך הטייס לנתק את הצינור הבא מהווסת הרגיל, כדי למנוע איבוד חמצן, וזאת ע"י משיכת הצינור הבא מן הווסת לחיבור ה- T וניתוקו מחיבור ה- T .

יא-3. **בקרה ופיקוח**

השליטה על אספקת החמצן נעשית בעזרת הבקרות והמחוונים שעל לוח בקרת החמצן, הנמצא בחלקו הקדמי של מדף המכשירים השמאלי.

מערכת החמצן



1. שסתום חד-כיווני
2. אל מסיכת החמצן
3. כמות נמוכה
4. מחוון כמות חמצן
5. תפוח שחרור חמצן חירום
6. בקבוק חמצן חירום
7. מקטין לחץ
8. מיכל חמצן ומקרן
9. מחבר חמצן
10. צמצם
11. צינור חמצן חירום
12. צינור חמצן רגיל
13. וסת חמצן
14. ברז חמצן לחליפת גובה רב

א. מתג אספקת החמצן

למתג, שצבעו ירוק, שני מצבים - ON ו- OFF . המתג מאובטח תמיד במצב ON , לבד ממקרה של תקלה בווסת.

אזהרה !

אם מתג אספקת החמצן נמצא במצב OFF בעת שלובשים חליפת תאוצה רגילה, ינשמו אנשי הצוות את אוויר התא בלבד. לכן, חשוב ביותר לערוך בדיקת חמצן לפני ההמראה, כדי לוודא שלא יסבלו מחוסר חמצן בגבהים הדורשים חמצן.

ב. מתג תערובת

מתג התערובת הוא המתג האמצעי שבלוח. צבעו לבן ולו שני מצבים - NORMAL ו-100%.

במצב NORMAL - אספקת החמצן היא לפי דרישה.

במצב 100% - מסופק 100% חמצן.

ג. מתג חירום ובדיקה

זהו המתג השמאלי שבלוח בקרת החמצן. צבעו אדום ולו שלושה מצבים - NORMAL TEST MASK ו- EMER .

במצב NORMAL - פעולה רגילה, אין השפעה למתג.

במצב TEST MASK - אספקת חמצן בלחץ 1.4 psi לבדיקת המסיכה.

במצב EMER - אספקת 100% חמצן בלחץ 1.2 psi למקרי חירום.

ד. מד-לחץ החמצן

מודד את הלחץ בכניסה לווסת. תחום החיווי נע בין 0 ל-500 psi . במצב רגיל הוא מציין 75 psi .

ה. <u>מחוון זרימה</u>

נמצא בצד שמאל של הלוח. מציין, ע"י הצגת הצבעים שחור ולבן לחילופין, שזורם חמצן למסיכה.

ו. <u>מד-כמות החמצן</u>

מד-כמות החמצן מראה את כמות החמצן הנוזלי הקיימת במערכת.

המדידה מתחילה במיכל, בעזרת מדיד הדומה למדיד של מד-כמות דלק. המחוון מכויל לליטרים, וצריך לציין כמות מלאה (10 ליטר) מייד לאחר התקנת המיכל במטוס. מערכת מדידת הכמות מוזנת בזרם חילופין, וכדי שקריאת הכמות תהיה אמיתית, צריך שהמערכת תקבל מתח חיצוני או שאחד המנועים יפעל.

מד-הכמות שבתא הקדמי מקבל קריאה ישירה מהמדיד ומעביר אותה לתא האחורי. במדיד נמצא מתג זעיר המפעיל מנורת אזהרה בלוח האזהרות כאשר הכמות מתחת ל-1 ליטר.

ליד מד הכמות, בתא הקדמי, נמצא לחצן בדיקה, המוריד את קריאת החמצן לאפס כאשר לוחצים עליו. מנורת האזהרה ומד-כמות החמצן צריכים לפעול בהתאמה.

יא-4. אזהרות

א. <u>אור אזהרה OXYGEN LOW</u>

אור האזהרה יידלק כאשר כמות החמצן הנוזלי היא 1 ליטר חמצן. כמות זו מספיקה לשעה אחת של טיסה בתנאים רגילים, אך במקרה זה יש לרדת מייד לגובה שאין בו צורך בחמצן, ולחזור לנחיתה.

ב. <u>ברז אספקת חמצן סגור</u>

הנשימה אפשרית, אך רק של אוויר מחלל התא. האבחנה היחידה היא של אי-פעולת מחוון הזרימה.



פרק יב

החופה

יב-1. תיאור כללי

א. כללי

למטוס יש שתי חופות - אחת לכל תא - המחוברות בחלקן האחורי כדלקמן: ע"י 2 צירים לגוף המטוס, וע"י ציר שלישי לצילינדר ההפעלה. החופות עשויות משכבת חומר פלסטי (תרכובת פלסטיק ופוליאסטר - 55 PLEX) הנמצאת בין שתי שכבות של פיבר-גלס, והן מחוזקות ע"י מסגרות אלומיניום. בתוך כל מסגרת אלומיניום עוברת תעלה היקפית שלתוכה נכנס אטם החופה, המתנפח באופן אוטומטי עם סגירתה ללחץ של 20 psi . החופה חזקה מאוד. עוביה 9 מ"מ והיא מוגנת היטב מפני שריטות. קשה לנפצה או לשברה, ומפני כך לא ניתן לבצע דרכה הפלטה.

בחופה האחורית קיימים אמצעים המאפשרים התקנת מסך האפלה לטיסות מכשירים.

החופות מופעלות בתפעול רגיל ובתפעול חירום ע"י מערכת פנימטית הקשורה לבקבוקי אוויר דחוס, והן ננעלות ע"י מנגנונים מיכניים. מידת פתיחתן וסגירתן מבוקרת ע"י בוחר מיכני המופעל מתוך כל אחד מהתאים. השלכת החופות בחירום מבוצעת ע"י פעולה משותפת של המערכת הפנימטית וכדורים פירוטכניים.

לחופה 4 נועלים - שניים בכל צד של תא-הטייס - הנועלים אותה אוטומטית ע"י לחץ אוויר לאחר ירידתה למצב סגור ומשחררים אותה בשלב הראשון של פתיחתה. שחרור הנועלים מתאפשר בעזרת שתי ידיות - אחת פנימית, ואחת חיצונית. השלכת החופה בחירום מבוקרת ע"י כל אחת מידיות ההפלטה, או ע"י ידית

ב. נתונים כלליים

1) משקל חופה קדמית : 83 ליב׳.

2) משקל חופה אחורית: 76 ליב׳.

3) זווית פתיחת 2 החופות בהפעלה רגילה: 53°.

4) זווית פתיחת חופה קדמית בהשלכה בחירום: 83°.

5) זווית פתיחת חופה אחורית בהשלכה בחירום: 58°.

6) משך זמן פתיחת החופות בהפעלה רגילה: 4 - 6 שניות.

7) זמן סגירת החופות:

א) כשהמנוע אינו פועל - 4 - 6 שניות.

ב) כשהמנוע פועל - עד 9 שניות (בגלל דיחוס התא).

8) לחץ המערכת הפנימטית:

א) בהפעלת חירום - 3000 psi .

ב) בהפעלה רגילה - 900 ± 100 psi .

9) לחץ אוויר באטם התא: 20 ± 1 psi .

10) פתיחת החופה מוגבלת למהירות הסעה של 50 קשר. החופות נתונות, כל-עוד הן סגורות, תחת לחץ פנימטי, ומוחזקות במצב קיצוני (אין מצבי ביניים). אם החופה פתוחה ולחץ האוויר במערכת משתחרר, תיפול החופה למצב סגור.

ג. מערכות החופה

פעולת החופות במטוס נעשית ע"י שלוש המערכות הבאות:

1) <u>מערכת פתיחה וסגירה ברגיל</u>
מיועדת לפתיחה ולסגירה של החופה בתנאים רגילים, כשיש במטוס לחץ פנימטי.

2) <u>מערכת נעילה מיכנית</u>
מבטיחה את נעילת החופות בהיותן סגורות, גם כשאין לחץ פנימטי במטוס. במקרה זה מתבצעות הרמת החופות והורדתן בכוח היד.

3) מערכת השלכת חופות בחירום

מיועדת להשליך כל חופה בנפרד, או בשילוב עם הפלטת כיסא המפלט.

יב-2. מערכות ההפלטה

א. מרכיבי המערכת

המערכת כוללת ארבע יחידות הפלטה מדגם M-3A , שתיים לכל חופה. מתוך השתיים המיועדות לכל חופה, אחת מיועדת לחופה בלבד והשנייה להפלטת החופה והכיסא. ארבע היחידות כוללות כדור הפלטה M-73 . אורך חייהן: 5 שנים בהחסנה ו-3 שנים בהרכבה.

ב. יחידות השלכת חופה

הידית (הצהובה-שחורה) בצד שמאל של תאי הטייסים מפעילה יחידה (נפרדת לכל תא) המפליטה את החופה בלבד. היחידה מחוברת באמצעות צינור, דרך שסתום חד-כיווני, לשסתום הלחץ של מערכת החירום הפנימטית.

ג. יחידת הפלטת כיסא וחופה קדמיים

יחידת הפלטת כיסא חופה בתא קדמי מופעלת ע"י משיכת ידיות ההפלטה (התחתונה או העליונה). היחידה מחוברת לקו לחץ,דרך יחידת הפלטה מושהית (0.75 שניות) ומסתעפת אל הצילינדר המפעיל של החופה הקדמית, ואל יחידת ההפלטה של כיסא המפלט, הפועלת בהשהייה נוספת של 0.4 שניות.

במקביל, משליכה יחידת ההפלטה את החופה האחורית ללא השהייה, ומפעילה את יחידת ההפלטה של כיסא המפלט האחורי, בהשהייה של 0.3 שניות.

צינור יציאה נוסף מכדור הפלטה קדמי, מחובר אל כדור הפלטה, להידוק רתמות הטייס הקדמי, בשעת הפלטה.

הלחץ המפעיל את הצילינדר של החופה האחורית מסתעף ליחידת הידוק רתמות טייס אחורי.

ד. יחידת הפלטת כיסא וחופה אחוריים

היחידה מחוברת באמצעות צינור, לסעפת הלחץ האחורית. יחידה זו מחוברת גם לסעפת הלחץ הקדמית דרך מאיץ הפלטה מיידי (קדמי) כאשר ידית בוחרת אפשרות הפלטה (בתא אחורי), שולטת על מעבר הלחץ לתא קדמי (להפלטה אחורית הידית חייבת להיות מאונכת. להפלטת שני התאים - יש למשוך את הידית ולסובבה ימינה למצב מאוזן).

ה. מערכת אטמי החופה

1) כללי

מערכת אטמי החופה מופעלת אוטומטית מהדרגה ה-17 של המנוע. לאחר סגירת החופה, תפקידה של הדרגה ה-17 לספק אוויר בלחץ נמוך של 20 psi לניפוח האטמים לאטימת תאי הטייסים.

2) אופן פעולה

צינור לחץ מהדרגה ה-17 של המנוע מחובר לשסתום חד-כיווני (המונע בריחת אוויר). השסתום מחובר לשני וסתים, אחד לכל תא. הווסתים מופעלים על-ידי פין, המחובר למערכת הנעילה המיכנית של כל חופה. ברגע שייסגרו הנועלים, יזוז הפין ויאפשר חדירת אוויר דרך הווסתים, ומשם דרך מפוחית (המבטיחה מגע טוב בין האטם לצינור) אל האטם.

עם פתיחת הנועלים ישתחרר הלחץ דרך מעבר הנפתח עם התרוממות החופה.

יב-3. בקרה ופיקוח

א. ידיות להפעלה רגילה

הידיות נמצאות בצד שמאל של כל תא, מתחת לחלק העליון של דופן שמאל. דחיפת הידית קדימה, סוגרת את החופה ונועלת אותה. משיכת הידית לאחור - פותחת אותה.

ב. <u>כפתורים לפתיחה רגילה</u>

הכפתורים נמצאים על הדופן השמאלי-חיצוני של כל מטוס, שניים לכל תא. לחיצה על כפתור CLOSE סוגרת את החופה ונועלת אותה. לחיצה על כפתור OPEN - פותחת אותה. הכפתורים מפעילים את אותם שסתומי הפיקוד שמפעילות ידיות ההפעלה הרגילה.

ג. <u>ידיות לפתיחה מיכנית של הנועלים</u>

בצד ימין של כל תא, בחלקו הקדמי, נמצאת ידית שחורה לפתיחת נועלי החופה. משיכת הידית פותחת את נועלי החופה, כל-עוד אין לחץ אוויר במערכת, או שהפין המחבר את החופה לצילינדר המפעיל - שבור.

לפני הפתיחה המיכנית של הנועלים, כאשר יש לחץ במערכת, יש להציב את ידית ההפעלה הרגילה של החופה במצב פתוח (OPEN). לאחר פתיחת הנועלים ניתן לפתוח את החופה בדחיפה. אי-אפשר לסגור את הנועלים מחדש בעזרת ידית זו.

ד. <u>ידיות חיצוניות לפתיחת הנועלים</u>

בצדו החיצוני-שמאלי של המטוס, ליד כל חופה, נמצאת ידית שבמרכזה כפתור. לחיצה על הכפתור מקפיצה את הידית החוצה. במצב זה, סיבוב הידית שמאלה או ימינה, פותח או סוגר את נועלי החופה בהתאם, כל זמן שאין לחץ אוויר במערכת. לפני סגירה או לפני פתיחה של נועלי החופה, יש ללחוץ על כפתור ההפעלה הרגילה למצב סגור (לפני נעילה) ולמצב פתוח (לפני פתיחה).

ה. <u>ידית פנימית להשלכת חופה בחירום</u>

ידית פנימית (שחורה-צהובה) להשלכת חופה בחירום נמצאת בצד שמאל של כל תא, בחלקו הקדמי (בפנים). משיכת הידית מפעילה את מערכת ההשלכה בחירום של חופת התא שממנו הופעלה הידית.

ו. <u>ידית חיצונית להשלכת חופה בחירום</u>

הידית נמצאת על הדופן השמאלי של התא הקדמי (מכוסה בדלתית הניתנת לפתיחה ע"י לחיצה על הכפתור). משיכת הידית מפעילה כדורים פירוטכניים המשליכים את שתי החופות בהפרש זמן מסוים, כך שהחופה הקדמית עפה לפני החופה האחורית.

ז. <u>מנורת אזהרה לחופה בלתי נעולה</u>

מנורת אזהרה CANOPY UNLOCKED נדלקת בלוח האזהרות שבתא הקדמי ובלוח המכשירים של התא האחורי כאשר החופות אינן נעולות. מנורת האזהרה שבתא הקדמי נדלקת כאשר אחת החופות - קדמית או אחורית - אינה נעולה. לעומתה, מנורת האזהרה שבתא האחורי נדלקת רק כאשר החופה האחורית אינה נעולה.

<u>הערות:</u>

1) אם המנורה נשארת דלוקה לאחר סגירת החופה, קרתה אחת מהתקלות הבאות:

א) אין לחץ במערכת, בית הצילינדר ירד קצת בגלל משקלו וגרם להידלקות המנורה.

ב) הפין המחבר את הבוכנה לחופה נשבר, ולכן החופה אינה יכולה להינעל משום שבית הבוכנה אינו יכול לנוע כלפי מעלה.

אם המנורה נשארת דלוקה על הקרקע, יש לאתר את התקלה בעזרת ידית הפתיחה המיכנית של החופה, כדלקמן:
אם ניתן לפתוח מיכנית, סימן שקרתה אחת התקלות המוזכרות לעיל.
אם לא ניתן להזיז את הידית, סימן שהמפסק הזעיר אינו כשורה.

2) קיימים שני עזרים נוספים המאפשרים לעקוב אחר פעולת החופה. אלה הם שני חורים הנמצאים בשני צדי התא, על הדפנות, במקביל לנועלים הקדמיים, והמאפשרים לראות אם הנועל סגור אם לאו.
שני קווים ירוקים - האחד על דופן שמאל והשני על המוט שבין שני הנועלים השמאליים - חייבים לחפוף זה את זה כאשר הנועלים

יב-4. הפעלה רגילה של החופה

א. אוויר בלחץ 3000 psi מהמערכת הפנימטית מגיע למיכל שהקיבולת שלו 200 Cu.in . המיכל מצויד בשסתום חד-כיווני, ומספיק ל-10 פעולות חופה רגילות. האוויר למערכת הרגילה עובר דרך מקטין-לחץ, המקטין את לחצה ל-900 psi .

ב. האוויר בלחץ מתפצל לאחר-מכן לשניים:
בצד אחד - לחלקו העליון של הצילינדר המפעיל,
ובצד שני - לחלקו התחתון.

ג. הלחץ מופעל על הבוכנה לכיוון סגירה כל זמן שיש לחץ פנימטי במטוס. הלחץ מופעל בצדה התחתון של הבוכנה כאשר הוא מכוון לכיוון פתיחה ע"י בוחר הנשלט ע"י ידית ההפעלה הפנימיה או ע"י כפתורי ההפעלה החיצוניים.

ד. במצב של פתיחת חופה, הבוחר פתוח ומאפשר לאוויר הלחץ להיכנס לתוך הצילינדר המפעיל בצדו התחתון. שטח הבוכנה גדול יותר בצדה התחתון מאשר בצדה העליון, ולכן יפעל כוח לכיוון מעלה, כלומר לכיוון פתיחה.

ה. כשמעבירים את הידית למצב סגירת חופה, סוגר הבוחר את מעבר הלחץ לצדה התחתון של הבוכנה, פותח מעבר לאוויר הכלוא בתחתית הצילינדר ומאפשר לו לצאת לאוויר החופשי. הלחץ,הממשיך לפעול רק בחלקו העליון של הצילינדר (מעל לבוכנה) מניע את הבוכנה לכיוון סגירת חופה.

ו. הצילינדר המפעיל אינו מחובר ישירות לגוף המטוס בחיבור קשיח, אלא באמצעות מערכת מנופים המפעילה את נועלי החופה.

ז. במצב של סגירת חופה, לחץ האוויר שמעל לבוכנה דוחף את הבוכנה כלפי מטה, עד שהחופה נסגרת. לאחר סגירת החופה ממשיך הלחץ לדחוף את הבוכנה כלפי מטה, אך משום שהבוכנה אינה יכולה לרדת עוד, נדחף הצילינדר כלפי מעלה.

ח. עם תנועת הצילינדר כלפי מעלה, מופעלת מערכת המנופים המזיזה את הנועלים עד שהם נועלים את החופה.

ט. כשהידית נמצאת במצב של פתיחת חופה, מופעל לחץ על צדה התחתון של הבוכנה השואף להרים אותה, אך בגלל הנעילה, אין הבוכנה מצליחה להתרומם ואינה מרימה את החופה. לחץ האוויר דוחף את הצילינדר כלפי מטה, הנועלים נפתחים והבוכנה יכולה לעלות ולהרים אתה את החופה. לצילינדר יש עצר, המונע את תנועתו כשהחופה אינה במצב סגור, ומאפשר לצילינדר תנועה למעלה ולמטה כשהחופה במצב סגור.

י. מערכת המנופים לנעילת החופה ננעלת גיאומטרית, כך שגם כשמפסיק הלחץ הפנימטי ללחוץ על הצילינדר, הנועלים אינם נפתחים.

יא. ידיות פתיחת הנועלים פועלות על מערכת המנופים, וכל זמן שפועל לחץ פנימטי אין הטייס יכול להתגבר על לחץ זה ולהזיז את הצילינדר.

יב. בקו הלחץ הפועל לכיוון הורדת החופה, מורכב צמצם דו-כיווני המאריך את משך הפעולה הרגילה של פתיחת החופה ל-4 - 6 שניות ואת משך סגירת החופה עד 9 שניות (כשהמנוע פועל ויש דיחוס תא).
הצמצם מורכב עם שסתום פריקה משום שבהשלכת החופה בחירום מעוניינים שהפעולה תתבצע במהירות והצמצם לא יעכב את זרימת האוויר. הצמצם תוכנן, איפוא, כך שבפעולת חירום הוא זז ומפנה מוצא לאוויר הדחוס הכלוא מעל הבוכנה.

יב-5. תפעול החופה בחירום

א. פתיחת הנועלים

אם אין לחץ פנימטי במטוס, יכול הטייס לפתוח את הנועלים ע"י משיכת הידית השחורה הנמצאת בצד ימין של התא. משיכת הידית מרימה את הצילינדר המפעיל של החופה, אחריו היא מרימה את כל מערכת המנופים, ופותחת את הנועלים. באותה מידה ניתן לפתוח את החופה בעזרת הידיות החיצוניות הפותחות את הנועלים וסוגרות אותם.

ב. השלכת החופה בחירום

מערכת החירום להשלכת החופות מופעלת עם משיכת כל אחת מהידיות הבאות:

1) ידית ההפלטה העליונה.

2) ידית ההפלטה התחתונה.

3) הידית הפנימית להשלכת החופה בחירום.

4) הידית החיצונית להשלכת החופה בחירום.

החופות מושלכות ע"י אוויר בלחץ המתקבל מהמערכת הפנימטית של המטוס, ומוזרם למערכת ההשלכה של כל חופה בנפרד.
מערכת ההשלכה של כל חופה כוללת בקבוק אוויר האוגר בתוכו אוויר בנפח 15 Cu.in בלחץ של 3000 psi, ושסתום-לחץ המועתק מתושבתו כשמופעל לחץ בליסטי (עם הפעלת אחד הכדורים הפירוטכניים).
בכל מערכת יש שני כדורים פירוטכניים. כדור אחד מורכב על שלדת הכיסא ונורה ע"י ידיות ההפלטה עליונה או תחתונה. הכדור הפירוטכני השני מורכב על חציץ המטוס, ונורה ע"י הידיות להשלכת החופה בחירום - פנימית או חיצונית.

כאשר מופעלת הידית החיצונית להשלכת החופה, לחילוץ הטייסים על הקרקע, מופעלות שתי מערכות ההשלכה, ושתי החופות מושלכות בזו-אחר-זו (חופה קדמית ראשונה).
עם משיכת אחת הידיות המוזכרות לעיל, מתבצעות הפעולות הבאות:

1) נורה הכדור הפירוטכני המתאים.

2) הגזים הנוצרים עם הפעלת הכדור הפירוטכני, מעתיקים את שסתום הלחץ ממקומו, ומאפשרים בכך זרימה חופשית של האוויר בלחץ, לחלקו התחתון של הצילינדר המפעיל. באותו פרק זמן, כל לחץ האוויר שבחלקו העליון של הצילינדר משתחרר דרך שסתום ההקלה.

3) פתיחה מהירה של החופה וגזירת פיני החיבור המקשרים אותה לגוף המטוס, בסוף מהלך הפתיחה.

הערה:

אם החופה פתוחה בזמן הפעלת ידיות ההשלכה או בזמן הפעלת ידיות ההפלטה, לא תתבצע ההשלכה מפני שברגע ההפעלה כבר נמצא הצילינדר המפעיל בסוף מהלכו כלפי מעלה, ואינו יכול לפתח תנופה מספקת.

שים-לב!

אסור להשליך חופה קדמית כשאיש-צוות יושב בתא האחורי והופתו פתוחה. זאת משום שהחופה הקדמית תפגע באחורית ותיפול לתוך התא האחורי.



פרק יג

כיסא המפלט

יג-1. כללי

המטוס מצויד בכיסאות מפלט מדגם MK-H7, תוצרת מרטין ביקר, אשר הוספו להם מנועים רקיטיים, המאפשרים לשני אנשי הצוות הפלטה בטוחה בגובה 0 ובמהירות 0. המהירות המזערית להפלטה מגובה נמוך היא 200 עד 250 קשר (כנפיים מאוזנות וללא הנמכה). המהירות המי-רבית להפלטה בטוחה היא 550 קשר. המהירות המיטבית לפתיחה מהירה של המצנח היא 250 עד 300 קשר. בהפלטה מגובה 0, הכיסא מתרומם לגובה 179 עד 293 רגל (בהתאם למשקל הטייס). בהפלטה במהירות 600 קשר יגיע הכיסא לגובה 84 עד 88 רגל. דגם MK - H7 הוא פיתוח של דגם MK- H5 .

השינויים העיקריים המשפרים אותו ביחס לדגם הקודם הם: מנוע רקיטי, מצנח טייס גדול יותר, וביטול יחידת ה- g. המנוע הרקיטי מאפשר הפלטה בטוחה בגובה 0, ע"י כך שהוא מרים את הכיסא לגובה המאפשר פתיחת מצנח בטוחה. כמו-כן הוא מבטיח התרחקות הכיסא מגוף המטוס במצבי הפלטה מסוימים. מצנח הטייס החדש הוא בעל קוטר של 28 רגל ופתיחתו נעשית באמצעות שרוול.

ע"י ביטול יחידת ה- g והוספת השרוול ניתן היה להקטין את זמן פתיחת המצנח בלי לגרום נזק לטייס בזמן ההפלטה במהירויות גבוהות ומבלי לגרום לקריעת חופת המצנח.

יג-2. תיאור המרכיבים העיקריים

א. שלדת הכיסא

רוב יחידות הכיסא מורכבות על שלדת הכיסא. השלדה בנויה משתי קורות אנכיות המחוברות ביניהן בשלושה מקומות, כשהן יוצרות יחד מלבן ארוך וצר העובר לאורך כל גב הכיסא. בצידן הפנימי של קורות השלדה קבועים 6 זיזי החלקה (3 בכל צד) שתפקידם לאפשר החלקת הכיסא לאורך מסלולי החלקה הקבועים לגוף המטוס לאורך התותח.

מנגנון נעילת הכיסא מחובר בראש הקורה הרא-שית-שמאלית ונועל את שלדת הכיסא ללוע של התותח.

בין שתי הקורות הראשיות מותקן התותח, הקבוע לגוף המטוס בחלקו התחתון.

לשלדת הכיסא מחוברות או קשורות היחידות הבאות: התותח הטלסקופי, כיסא הטייס, מנוע הרמה והורדה על הכיסא, היחידה הברומטרית, האקדחון, מיכל מצנחון הייצוב, הצבת, הגיליו-טינה, היחידה האינרציאלית לנעילת רצועות הכתפיים, והיחידה למניעת יציאת הכיסא ב- g שלילי.

ב. התותח הטלסקופי

התותח הטלסקופי מורכב בין שתי הקורות הראשיות של שלדת הכיסא, והוא מחובר לגוף המטוס ע"י שני חיבורי פינים. עם הפע-לתו מעיף התותח את הכיסא מתוך התא.

התותח מורכב מארבעה חלקים עקריים: מנגנון הירי הנמצא בתחתיתו, צינור חיצוני, צינור פנימי וצינור אמצעי. סביב הכדורים הפירו-טכניים וסביב מנגנון הירי מורכבים אטמים המונעים כניסת מים לתוכם בשעת הפלטה מתוך מים.

הצינור האמצעי נמצא בין הצינור החיצוני לפנימי, וחלקו התחתון נתפס בזמן פעולת התותח ע"י טבעת הנמצאת בחלקו העליון של הצינור החיצוני. כדי לשכך את המכה, הנגר-מת בזמן ההפלטה ע"י התפשטות הגזים בין צידו העליון של הצינור החיצוני לחלקו התח-תון של הצינור המרכזי, הותקנו בין שני הצינורות 12 טבעות מתכת ממולאות בגז. שיכוך המכה ע"י טבעות אלו מונע את שבירת התותח בהפלטה. הצינור הפנימי של התותח מחובר בחלקו העליון לשלדת הכיסא, ע"י טבעת הממוקמת בין בורג החיזוק של הכדור

הפירוטכני העליון - המתברג לתוך הצינור הפנימי - לבין חלקה העליון של שלדת הכיסא, הנשען למעשה על הצינור הפנימי. הצינור הפנימי עף יחד עם הכיסא בזמן ההפלטה, וחיבור זה מונע השתחררותו בזמן מעוף הכיסא. משני צידי הצילינדר החיצוני של התותח נמצאים המסלולים שעל גבם מחליקה שלדת הכיסא בזמן מעוף הכיסא. התותח מופעל ע"י שלושה כדורים פירוטכניים המופעלים בזה-אחר-זה - כדור פירוטכני ראשי, המותקן בחלקו העליון של הכיסא, ושני כדורים פירוטכניים משניים, המורכבים לאורך התותח - האחד באורך 35 ס"מ והשני באורך 70 ס"מ.

הכדור הפירוטכני הראשי מופעל ע"י נוקר המבוקר מיכנית ע"י ידיות ההפלטה, בעוד שהכדורים המשניים מבוקרים ע"י לחץ גזים. שלושת הכדורים ביחד מאיצים את הכיסא למהירות 24 מטר-בשניה, לאורך 1.90 מטר במשך 0.2 שניה. על הטייס יפעל עומס של 16 עד 18 g (כל זאת לגבי טייס ממוצע השוקל 75 ק"ג). בחלק העליון השמאלי של הצינור החיצוני נמצא נועל ל-g שלילי. נועל זה אינו אלא פין הנלחץ בלחץ קפיץ אל מישור משופע הקבוע בחלקו העליון של הצינור הפנימי. פין זה עובר דרך השלדה, והצינור החיצוני מתהדק אל הצינור הפנימי בלחץ קפיץ, ומונע ע"י כך תנועת הצינור הפנימי כלפי מטה.

ג. <u>המנוע הרקיטי</u>

המנוע הרקיטי מותקן בתחתית הכיסא, ומורכב מ-10 גלילים הממולאים בדלק מוצק. פיות הגלילים מכוונות כלפי מטה, ומשנות את כיוונן, כלומר את כיוון כוח הדחף שלהן, יחד עם כל המנוע הרקיטי, מ-16° עד 19° ± 45 דקות, בהתאם לכוונון גובה הכיסא בתא.

שינוי כיוון המנוע הרקיטי נועד כדי לשמור על מרכז כובד קבוע של הכיסא וכדי להקנות לו קו תנועה קבוע בזמן ההפלטה. הרקיטות יוצרות כוח דחף של 5000 ליב׳, ופעולתן נמשכת 0.3 שניה.

הפעלת המנוע נעשית ע"י כבל באורך 2 מטרים, המחובר בתחתית תא-הטייס לנקודת חיבור רצועת רגל ימין. הפעלת המנוע הרקיטי באה בסוף מהלך התותח הטלסקופי, וממשיכה את פעולתו. עקב כך מופעל על הכיסא עומס של 14 עד 16g.

ד. <u>נועל הפלטת הכיסא לפני החופה</u>

ידיות הפעלת הכיסא מחוברות מיכנית למנגנון שילוב פעולות חופה-כיסא, המורכב מעל הפינות האחוריות של הקורות הראשיות של הכיסא. מנגנון זה שומר על רצף נכון בין פעולת החופה לפעולת הכיסא בזמן ההפלטה, וכמו-כן מעביר את תנועת ידיות ההפלטה להצתת הכדור הפירוטכני של החופה ולזה של הכיסא. בתוך מנגנון זה קיים נועל המונע טכנית את האפשרות שהכיסא יופעל לפני השלכת החופה, מפני שחוזק החופה אינו מאפשר הפלטה דרכה מבלי לגרום לאובדן חיים.

נועל זה קשור לחופה ע"י כבל, ונפתח עם השלכתה. הנועל גורם לעצירת נקירת הכדור הפירוטכני של הכיסא כל זמן שהחופה לא עפה. כאשר החופה עפה (פעולה תקינה) היא מושכת אחריה את הנועל, ומשיכה נוספת של ידיות ההפלטה מפעילה את הכדור הפירוטכני של הכיסא.

ה. <u>מנוע הרמה והורדה של הכיסא</u>

את הכיסא ניתן לכוונן בגובה בלבד. המתג להרמה והורדה של הכיסא נמצא בצד ימין של דופן הכיסא, בחלקו הקדמי. למתג שלושה מצבים: מעלה, מטה ומופסק (המצבים מעלה ומטה הם קפיציים) המתג מפעיל מנוע חשמלי הממוקם בחלקה התחתון של שלדת הכיסא. המנוע מחובר לפס הצבירה הימני-ראשי של <u>VAC 115/200</u> ומסוגל להרים או להוריד את הכיסא לאורך טווח של 15 ס"מ (החלק הזז הוא מושב הטייס בלבד. לחיץ הנמצא בתא האחורי בלוח מס׳ 3 מאבטח את פעולת שני הכיסאות. בדרך כלל אין צורך לכוונן את גובה הכיסא לפני ההפלטה, יחד-עם-זאת, אם

מחליטים על הפלטה ע"י משיכה בידית ההפלטה העליונה, יש להנמיך תחילה את הכיסא כדי להבטיח מרווח מספיק בין הקסדה לידית ההפל-טה.

ו. האקדחון

האקדחון מחובר לשלדת הכיסא בצידה השמאלי העליון. הוא כולל את בית האקדחון אשר לתוכו נכנס הכדור הפירוטכני, קנה, בוכנה, יחידת השהייה ומנוף דריכה. מנוף הדריכה מחובר לגוף המטוס, ותפקידו לדרוך את האקדחון מייד עם תחילת תנועת הכיסא כלפי מעלה.
האקדחון פועל 0.75 שניה לאחר דריכתו, והוא יורה את הבוכנה במהירות התחלתית של 720 מטר בשניה. הבוכנה, המשמשת כמשקולת, מושכת אחריה את מצנחון ההוצאה של מצנח ייצוב הכיסא שקוטרו 55 ס"מ, וזה שולף את מצנח הייצוב מתוך המיכל שלו (קוטר המצנח 1.5 מטר). מצנח הייצוב מחובר לכיסא באמצעות הצבת, וגורם לכך שהכיסא ינמיך במהירות 39 מטר-בשניה. בנוסף לחיבורו לכיסא מחובר מצנח הייצוב גם למצנח ההוצאה של מצנח הטייס.

ז. הצבת

הצבת מחוברת בצידה האחד לחלקה העליון של שלדת הכיסא, ובצידה השני לכבל מצנחון הייצוב. תפקידה לחבר ביניהם, ולנתק אותם זה מזו עם הפעלת היחידה.

ח. היחידה הברומטרית

היחידה הברומטרית מחוברת לשלדת הכיסא בצידה הימני בשליש העליון. היחידה מורכבת מארבעת המרכיבים העיקריים הבאים:

1) אנרואיב - אשר תפקידו לשחרר את יחידת ההשהייה בגובה נמוך מ-0 - 3000+ 11,500 ר׳.

2) יחידת השהייה - המשהה את פעולת הפטיש בתום 2.25 שניות מרגע פעו-לת האנרואיד.

3) מנוף דריכה - המחובר לגוף המטוס ומשחרר את יחידת ההשהייה וע"י כך מכין אותה לפעולה, מייד עם תחילת תנועת הכיסא כלפי מעלה.

4) הפטיש - המשחרר את הצבת וע"י כך מאפשר למצנחון הייצוב לשלוף את מצנח ההוצאה של מצנח הטייס.

מייד עם השתחררות הצבת, משתחררת ידית ההפלטה העליונה (המסך) והרצועות המהדקות את מצנח הטייס לגב המושב. קפיצי המצנח יהדפו את המצנח מהכיסא, ומצנח הייצוב ימשוך את פין האבטחה של מצנח הטייס.
רצועות הכתפיים, רצועות הירכיים ורצועות הרגליים, וכן הרצועות המחברות את זווד המי-לוט לכיסא ולכרית הישיבה - משתחררות גם הן. הטייס נשאר מחובר לכיסא תודות לחיבורי לחץ המתוכננים להיפתח בכוח של 70 ליב׳. חיבורים אלה נמצאים משני צידי הכיסא (אחד בכל צד), בחלקו האחורי-תחתון, ומבטיחים שהכיסא לא יסתבך במצנח בזמן פתיחתו. עם פתיחת מצנח הטייס, הטייס ייעצר, החיבורים יינתקו והטייס ייפרד מכיסאו.

ט. הגיליוטינה

הגיליוטינה מחוברת לשלדת הכיסא בצד שמאל ליד האקדחון. תפקידה לחתוך את הכבל המח-בר את מצנח הטייס למצנח הייצוב לצורך יצי-אה מיכנית באוויר במקרה שההפלטה האוטומ-טית אינה פועלת, או לצורך הפרדה מהכיסא באוויר, במקרה שהאקדחון או היחידה הברומ-טרית לא פעלו לאחר הפלטה אוטומטית. הפע-לת יחידת הגיליוטינה ע"י ידית ההפרדה טייס-כיסא מפעילה כדור פירוטכני הנמצא לידה. כדור זה מפעיל את הגיליוטינה (פעולת הידית מפעילה נוסף על כך גם יחידות אחרות).

י. קפיצי המצנח

בין גב המצנח לשלדה מותקנים שני קפיצים שתפקידם להדוף את המצנח מגב הכי-סא לאחר פעולת היחידה הברומטרית או הפע-לת ידית ההפרדה טייס-כיסא. פעולת הקפיצים מבטיחה הפרדה חלקה של הטייס מהכיסא וגורמת להוצאת פין הביטחון של מצנח הטייס בהפלטה מיכנית.

יא. <u>נועל רצועות הכתפיים</u>

בצד שמאל של המושב, במרכזו, ישנה ידית אשר תפקידה לנעול את רצועות הכתפיים או לשחררן. לידית שני מצבים: מצב אחורי - המאפשר לטייס תנועה בכתפיו קדימה ואחורה במרחק 45 ס"מ, ומצב קדמי - הנועל את רצועות הכתפיים ואינו מאפשר לטייס תנועה לפנים. הנועל יינעל באופן אוטומטי אם יפעל על הטייס כוח פתאומי מעל 2.5 g בכיוון אף המטוס, ללא קשר למצב הידית.

בעת הפלטה, עם משיכת אחת משתי ידיות ההפלטה, יפעיל לחץ הגזים את הגלגל שעליו מלופפות רצועות הכתפיים ויסובבו לכיוון משיכת הכתפיים לאחור בכוח ראשוני של 300 ליב׳. לחץ הגזים יחזיק את הטייס מרותק לכיסאו במצב אחורי בכוח של 150 ליב׳, עד לפעולתה של היחידה הברומטרית. במצב זה לא ניתן לשחרר את הרצועות ע"י נועל רצועות הכתפיים.

<u>הערה:</u>

לאחר שרצועות הכתפיים ננעלות באופן אוטומטי, יש לשחררן ידנית ע"י העברת ידית השחרור לגמרי קדימה ולאחר-מכן לגמרי אחורה.

יב. <u>רצועות הרגליים</u>

תפקיד שתי רצועות הרגליים להצמיד את הרגליים לכיסא בזמן ההפלטה ולמנוע ע"י כך חבלה של עצמות הרגליים, והשתרבבות הרגליים באזור המנוע הרקיטי בזמן ההפלטה. הרצועות מתחברות למכנסי התאוצה - אחת מעל הברך, והשניה מעל לקרסול ולנעל. רצועות הרגליים מחוברות כמו-כן לשרוך המתחבר ע"י חיבורים מהירי התרה, בצידו האחד לחלקו הקדמי-תחתון של המושב, ובצידו השני לקרקעית התא ע"י פין גזירה שחוזקו 400 ליב׳.

הרצועה עוברת דרך יחידה המאפשרת משיכתה החופשית רק בכיוון הידוק הרגליים. שחרור הרצועה בכיוון השני נעשה ע"י משיכה בטבעת הנמצאת סמוך לחיבור הרצועה לכיסא.

רצועות הרגליים תשתחררנה מחיבורן לכיסא בשלושה מקרים:

1) עם פעולת היחידה הברומטרית.
2) עם הפעלת ידית ההפרדה טייס-כיסא.
3) עם הפעלת ידית שחרור רצועות הרגליים הנמצאת על דופן שמאל של המושב, בחלקו הקדמי, ואשר תפקידה לאפשר שחרור רצועות הרגליים בלבד.

יג. <u>חמצן הירום</u>

בקבוק חמצן החירום קבוע בחלקו השמאלי תחתון של הכיסא. לחץ החמצן בבקבוק הוא 1800 psi ומספיק ל-12 דקות נשימה. הבקבוק מופעל אוטומטית בזמן ההפלטה, ואספקת החמצן נפסקת לאחר פעולת היחידה הברומטרית או לאחר הפעלת ידית ההפרדה כיסא-טייס. על דופן שמאל של המושב, בחלקו הקדמי, נמצאת ידית עגולה אשר תפקידה להפעיל את בקבוק חמצן החירום רצונית ע"י הטייס, אם הוא נזקק לכך. הפעלת הידית נעשית ע"י משיכתה כלפי מעלה. לאחר שידית זו הופעלה, אין אפשרות להפסיק את זרימת החמצן.

יד. <u>יחידת זע"ט (IFF) - הפעלה אוטומטית</u>

בצד שמאל של התא נמצאת ידית קטנה בעלת מגע קפיצי המשתחררת כשהכיסא בחוץ, ומחברת מגעים הגורמים להפעלת מכשיר ה-זע"ט (IFF) בחירום כל זמן שיש מתח במטוס.

<u>הערה:</u>

במטוסי הצילום גורמת יחידה זו גם לפיצוץ המצלמות לאחר שהייה של שתי שניות.

יג-3. בקרות כיסא-המפלט

א. <u>ידיות ההפלטה</u>

בכל תא שתי ידיות ההפלטה - ידית עליונה וידית תחתונה.

1) הידית העליונה - דמויית הסיפרה 8, נמצאת מעל ראשו של הטייס, מאחוריו. הפעלת הידית נעשית בשני מהלכים, כשהמהלך הראשון מתמשך לאורך 25 ס"מ ודורש כוח של 50 עד 75 ליב׳, והמהלך השני - לאורך 5 עד 10 ס"מ.

2) <u>הידית התחתונה</u>

הידית התחתונה, דמויית האות D, נמצאת בין ברכי הטייס, ולה מכסה פח היכול להיות מוצב בשני מצבים - עליון ותחתון.

<u>במצב עליון</u> - נועל המכסה את הידית מיכנית, ואינו מאפשר את משיכתה. הוא גם מכסה את פתחה ואינו מאפשר הכנסת היד.

<u>במצב תחתון</u> - מאפשר המכסה בזמן טיסה שימוש בידית ההפלטה.

למכסה נעילה קפיצית בשני מצביו הקיצוניים.

<u>שים לב!</u> יש לוודא היטב לפני המראה שהמכסה יימצא לגמרי למטה, היות וידית ההפעלה ננעלת מייד עם תחילת תנועת המכסה למצב עליון.

הידית התחתונה מופעלת גם היא בשני מהלכים - מהלך ראשון לאורך 4 ס"מ, הדורש כוח של 35 עד 45 ליב׳, ומהלך שני המתמשך לאורך 9 ס"מ.

לצורך הפלטה אוטומטית, מספיק למשוך באחת משתי ידיות ההפלטה, את המהלך הראשון בלבד.

פעולת הידיות נעשית בשני מהלכים בשל קיומו של נועל הפלטת החופה המופעל לפני הכיסא.

ב. <u>ידית בחירת שיטת ההפלטה (תא אחורי)</u>

מעל לוח המכשירים של התא האחורי, בצד שמאל, קבועה ידית הצבועה בקווים שחורים וצהובים. תפקיד הידית לאפשר בחירה בין שתי אפשרויות הפלטה של איש הצוות האחורי.

1) <u>במצב מאונך ומוכנס של הידית</u> - משיכה באחת מידיות ההפלטה של התא האחורי תגרום להפלטת איש הצוות האחורי בלבד.

2) <u>במצב מאוזן ומשוך של הידית</u> - משיכה באחת מידיות ההפלטה של התא האחורי תגרום להפלטת שני אנשי הצוות.

אין חשיבות למצב הידית בהפעלת ידיות ההפלטה של התא הקדמי, כי בהפעלתן ייפלטו תמיד שני אנשי הצוות. מצבה הרגיל של הידית הוא המצב הראשון.

ג. <u>ידית הפרדה טייס-כיסא</u>

ידית ההפרדה כיסא-טייס נמצאת בצד ימין של המושב, בחלקו הקדמי, והיא צבועה בפסים שחורים וצהובים. משיכת הידית תביא לפעולות הבאות:

1) הפעלת הגיליוטינה.
2) שחרור רצועות הירכיים.
3) שחרור רצועות הכתפיים.
4) שחרור הרצועות המהדקות את מצנח הטייס לגב המושב.
5) שחרור רצועות הרגליים.
6) שחרור כרית המושב.

הידית משמשת ליציאה מיכנית מהכיסא במקרים אלה:

1) במקרה שההפלטה לא התבצעה, באוויר.
2) במקרה שהאקדחון או היחידה הברומטרית לא פעלו לאחר הפלטה אוטומטית (כדי לאפשר היפרדות הטייס מהכיסא).
3) לצורך השתחררות מהירה מהמטוס על הקרקע.

הערה:

אם בהפלטה אוטומטית, האקדחון לא פעל והיחידה הברומטרית פועלת כתקנה לא תהיה אפשרות לביצוע הפרדה אוטו-מטית והכיסא יישאר תלוי לאורך מצנחון הייצוב וכבל האקדחון, וייפול יחד עם הטייס. במקרה זה על הטייס לזהות את המצב ולהפעיל את ידית ההפרדה אם עומדים לרשותו זמן וגובה מספיקים.

ד. ידית הפרדת זווד המילוט

ידית הפרדת זווד המילוט שצבעה צהוב נמצ-את בצד ימין של המושב, בחלקו הקדמי, בין דופן המושב לידית ההפרדה טייס-כיסא, ותפקידה לשחרר את הטייס מחיבוריו לזווד המילוט. מהלך הידית הוא כלפי מעלה ואחו-רה. בסוף מהלך ההפעלה נשארת הידית בידו של הטייס. הפעלת הידית משחררת את זווד המילוט בשני אופנים שונים, בהתאם למצב. כשהטייס יושב בכיסא ומפעיל את הידית - הוא ישתחרר לגמרי מזווד המילוט (לצורך יציאה מהירה מהתא על הקרקע). משיכת הידית בזמן הפלטה, לאחר היפרדות הטייס מהכיסא, תשח-רר את הזווד, אשר ירד כשהוא קשור לרצועה ותלוי בצד שמאל של רתמת הטייס. זווד המילוט ייפתח וישתרבב מתחת לרגלי הטייס בסדר הבא: במרחק 15 רגל - מכסה הזווד, מתחתו הסירה, ומתחתיה תיק ציוד המילוט והמיכל. המיכל יהיה הנמוך ביותר, ויימצא במרחק 30 רגל מתחת לטייס.

יג-4. אבטחות הכיסא

אבטחת הכיסא כוללת 7 פיני אבטחה ו-2 נועלים. האבטחות נועדו כדי למנוע הפלטת הכיסא על הקרקע, בזמן שאינו בטיסה.

פינים:

א. פין אבטחת ידית ההפלטה העליונה.

ב. פין אבטחת הכדור הפירוטכני הראשי (העליון) של התותח.

ג. פין אבטחת בקרת המנוע הרקיטי.

ד. פין אבטחת האקדחון.

ה. פין אבטחת הכדור הפירוטכני המתחיל את רצף פעולות ההפלטה האוטומטית (נמצא מאחו-רי התותח בחלקו העליון).

ו. פין אבטחת ידית הגיליוטינה.

ז. פין אבטחת הפעלת הכדור הפירוטכני של העפת חופה בחירום.

נועלים:

א. נועל ידית הפלטה התחתונה.

ב. נועל חופה במצב פתוח.

יג-5. פעולות ההפלטה

א. אפשרויות ההפלטה

קיימות שלוש אפשרויות הפלטה כדלקמן:

1) הפלטת שני אנשי הצוות ע"י הפעלת אחת הידיות של התא הקדמי.

2) הפלטת שני אנשי הצוות ע"י הפעלה מהתא האחורי (ידית בחירת שיטת ההפלטה משוכה ומסובבת ב-90°).

3) הפלטת איש הצוות האחורי ע"י משי-כתו באחת מידיות ההפלטה שבתא האחורי (ידית בחירת שיטת הפלטה במצב רגיל, כלומר מאונך).

ב. הפעלה מהתא הקדמי

משיכה באחת מידיות ההפלטה - עליונה או תחתו-נה - לאורך מהלכן הראשון, תגרום לרצף הפעו-לות הבאות:

1) השלכת החופה האחורית.

2) הידוק רצועות הכתפיים של שני הטייסים באופן מיידי.

0.3 שנייה לאחר-מכן:

3) הפעלת הכדור הפירוטכני הראשי של הכיסא האחורי.

0.75 שניה לאחר משיכת הידית:

4) השלכת החופה הקדמית.

לאחר שהייה נוספת של 0.4 שניה מרגע השלכת החופה:

5) הפעלת הכדור הפירוטכני הראשי של הכיסא הקדמי. רווח זמן זה מבטיח יציאת כל כיסא בנפרד, וכן יציאת הכיסא האחורי לפני הקדמי, כדי למנוע פגיעת הטייס האחורי ע"י המנוע הרקיטי של הטייס הקדמי.



משיכה נכונה בידיות ההפלטה העליונות

הערה:

אם הטייס יוסיף למשוך בידית ההפלטה. לאחר מהלכה הראשון, הוא יקדים בהפעלת הכדור הפירו-טכני הראשי של הכיסא הקדמי ב-0.4 שנייה.

עם תחילת תזוזת הכיסא מתבצעות הפעולות הבאות:

6) היחידה הברומטרית והאקדחון נדרכים.

7) רצועות הרגליים נמתחות, רצועת הפעלת המנוע הרקיטי מתחילה להימ-תח, בקבוק חמצן החירום מופעל, IFF מופעל במצב חירום.

8) הכדורים הפירוטכניים המשניים של הכיסא מופעלים בבואם במגע עם הגזים בהמשך תנועת הכיסא כלפי מעלה.

9) הפעלת המנוע הרקיטי ע"י רצועתו בסוף מהלך התותח.
0.75 שניה מתחילת מהלך הכיסא כלפי מעלה:

10) הפעלת האקדחון השולף את מצנח ההוצאה של מצנח הייצוב.
בתום 2.25 שניות מתחילת מהלך הכיסא תפעל היחידה הברומטרית - אם גובה הטייס מתחת ל -
0 -
3000 + 11,500 רגל.

הערות:

1) אם ההפלטה מתבצעת מעל גובה זה, תפעל היחידה הברומטרית 2.25 שניות לאחר מעבר גובה זה.

2) אם בוחר שחרור זווד המילוט היה על מצב אוטומטי, הזווד ישתחרר 4 שניות אחר פעולת היחידה הברומטרית.

ג. הפעלה מהתא האחורי

1) ידית בחירת שיטת ההפלטה במצב נורמל - יופלט הכיסא האחורי בלבד, 0.3 שניות לאחר הפעלת אחת מידיות ההפלטה של התא האחורי.

2) ידית בחירת שיטת ההפלטה משוכה ומסובבת ימינה ב-90°, ההפלטה תהייה כמו בהפלטה מהתא הקדמי.

הערות:

1) אם אחת החופות לא עפה ואין אפשרות לשחררה בצורה אחרת לא תתבצע הפלטת הכיסא מאותו התא.

2) אם, מסיבה כלשהי, תעוף החו-פה הקדמית, ולאחר-מכן תתב-צע הפלטה אוטומטית של שני אנשי הצוות, יעופו החופה האחורית והכיסא הקדמי מיי-דית, והמנוע הרקטי של הכי-סא הקדמי יסכן את הטייס האחורי.

יג-6. תקלות בהפלטה

א. <u>האקדחון לא פעל</u>

הטייס ירגיש בכך עקב העובדה שהוא ימשיך להתגלגל יחד עם הכיסא ולא ירד באופן מיוצב. חשיבות רבה יש לזיהוי מצב זה מוקדם ככל האפשר, ולמשיכה מיידית של ידית ההפרדה טייס-כיסא. אם הטייס יספיק לבצע פעולה זו לפני פעולת היחידה הברומטירית, (כלומר מעל גובה של 300 + 11,500 רגל), הוא ינתק עצמו (פעולת הגיליוטינה) מחיבור לכיסא דרך האקדחון, אך יהיה עליו לפתוח את מצנחו מיכנית. אם הטייס לא יספיק לבצע פעולה זו תגרום פעולה היחידה הברומטרית להפרדה בינו לבין הכיסא, ולא יהיה סיפק בידיו למשוך בידית ההפרדה. מצב אחרון זה יגרום לירידת הטייס עם מצנחו כשהכיסא קשור גם הוא למצנח ועלול לסבך את הצניחה.

<u>הערה:</u>

בהפלטה בגובה נמוך, אין סיכוי שהטייס יספיק לבצע את הפעולה ה-נ"ל לפני פעולת היחידה הברומטרית.

ב. <u>היחידה הברומטרית לא פעלה</u>

הטייס יזהה מצב זה כאשר יראה שהגובה בו הוא נמצא הוא מתחת לגובה 11,000 רגל ועדיין לא בוצעה ההפרדה טייס-כיסא. במקרה כזה, על הטייס למשוך בידית ההפרדה טייס-כיסא, ולבצע ע"י-כך הפרדה מיכנית. עליו לאחוז את שתי הידיים ברצועות הכתפיים (יד ימין - רצועה ימנית, יד שמאל - רצועה שמאלית) ולבצע גלגול לפנים כדי להתנתק מהכיסא (שני החיבורים הקפיציים). הכיסא יוסיף להימשך ע"י מצנחון הייצוב. קפיצי המצנח יעזרו לניתוק. לאחר הניתוק, יש למשוך את ידית פתיחת המצ-נח. ניתן להשתחרר מהכיסא גם ע"י הדיפתו לאחור בשתי הידיים.

ג. <u>יציאה מיכנית מהתא בזמן טיסה</u>

במקרים בהם הפלטה אוטומטית אינה בת ביצוע יש לבצע את הפעולות הבאות:

1) לנסות לשמור מהירות של 200 עד 250 קשר.
2) למשוך בידית ההפרדה טייס-כיסא, וע"י כך לשחרר את הטייס מחיבוריו לכיסא (רצועות הירכיים, הכתפיים והרגליים), ולנתק את החיבור בין מצנח הטייס למצנח הייצוב ע"י הפעלת הגיליוטינה.
3) למשוך בידית השלכת חופה בחירום.
4) לאחוז את רצועת מצנח שמאל ביד שמאל מתחת לידית פתיחת המצנח, לקזז את המטוס מכסימום להורדת אף, ולהרפות מהמטה. המטוס יבצע g שלילי, והטייס יועף החוצה. ביד ימין עליו לתפוס בידית פתיחת המצ-נח ולמשוך אותה לא מעל 10,000 רגל, ולא לפני שמלאו 3 שניות מאז עזבו את המטוס, כדי להבטיח התרח-קות מספקת מהמטוס.

<u>הערה:</u>

במידה וההפלטה נעשית בנסיבות שאינן מצריכות את ציוד המילוט, ניתן לשחרר את הציוד ע"י משי-כה בידית הפרדת זווד המילוט מייד לאחר משיכת ידית ההפרדה טייס-כיסא.

פרק יד

מרכז אווירודינמי

יד-1. כללי

המרכז האווירודינמי הוא מחשב הממוקם בתא האחורי, מתחת ללוח המכשירים השמאלי. הוא מקבל את הנתונים האווירודינמיים של המטוס, ומוציא נתונים מעובדים לכל מערכות המטוס הזקוקות להם.

הנתונים המגיעים למרכז האווירודינמי הם:

א. לחץ אוויר כללי (TOTAL) ממערכת הפיטו.

ב. לחץ אוויר סטטי ממערכת הפיטו.

ג. זווית התקפה.

ד. טמפרטורת הפגיעה.

ה. לחץ אוויר מהמנוע.

יד-2. המערכות המספקות נתונים למרכז האווירודינמי

א. <u>מערכת הפיטו</u>

צינור הפיטו נמצא באף המטוס וכולל את פתחי הלחץ הסטטי ואת פתחי הלחץ הדינמי כאחת. הצינור מצויד במערכת חימום המבוקרת ע"י הטייס ושאותה הוא מפעיל כשתנאי הטיסה מצריכים זאת. שני הלחצים מגיעים למרכז האווירודינמי ולכמה מכשירים שבתא הטייס כדלקמן:

1) <u>מד-מהירות מאך</u> - מקבל לחץ כללי ישירות מצינור הפיטו, ואילו את הלחץ הסטטי הוא מקבל דרך המרכז האווירודינמי - בין מתוקן ובין ישיר.

2) <u>מד-הגובה</u> - מקבל לחץ סטטי מתוקן או לא מתוקן מהמרכז האווירודינמי.

3) <u>מד-שיעור נסיקה</u> - כמו מד הגובה.

הלחץ הסטטי היוצא מהמרכז האווירודינמי שווה בערכו ללחץ הסטטי הנכנס לתוכו. פעולת המרכז האווירודנמי מתבטאת אם-כן רק במניעת פיגורים במדידת הלחץ, ומאפשרת ע"י כך הגבה מדויקת ומהירה של המכשירים

ב. <u>מד זווית התקפה</u>

אחד משני הפוטנציומטרים של מד-זווית ההתקפה שולח נתונים של זווית התקפה למרכז האווירודינמי. נתונים אלה מועברים הלאה למערכת בקרת הירי (ירי טילים), לאחר שהם מקבלים תיקון בהתאם למספר המאך.

ג. <u>מד טמפרטורת הפגיעה</u>

מחוש(גשש)טמפרטורת הפגיעה נמצא מתחת לאף המטוס, בצידו הימני, ליד הגלגל הקדמי. המחוש כולל נגד המשנה את התנגדותו בהתאם לטמפרטורת הפגיעה. טמפרטורה זו מושפעת משני גורמים - ממהירות המטוס, ומהטמפרטורה החיצונית.

נתוני טמפרטורת הפגיעה מסופקים למרכז האווירודינמי כדי למלא אחר הצרכים הבאים:

1) חישוב מהירות האוויר האמיתית.

2) הפעלת העכברים.

3) הפעלת מנורת האזהרה לטמפרטורת פגיעה גבוהה.

ד. <u>מערכת פיצוי לחץ סטטי</u> (לחץ אוויר מהמנוע)

לחץ אוויר מהדרגה ה-17 של מדחס המנוע מנוצל למניעת פיגור באספקת נתוני הלחץ הסטטי למכשירי הטיסה. מעשית מופנה לחץ זה למיכל קיבול גדול, המקבל מצידו האחד לחץ סטטי מצינור הפיטו ומצידו השני מעביר לחץ סטטי מבוקר למכשירי הטיסה. הלחץ היוצא שווה בערכו ללחץ הנכנס.

יחידת הפיצוי ללחץ הסטטי נועדה כדי למנוע פיגורים באספקת נתוני לחץ למחוונים, הנגרמים בדרך-כלל בתוך צנרת ארוכה.

יד-3. מערכות המקבלות נתונים מן המרכז האווירודינמי

המרכז האווירודינמי מעביר נתונים מעובדים למערכות הבאות:

א. מערכת מניעת פיגור לחץ סטטי למכשירי הטיסה.

ב. משדר גובה חשמלי(מנותק במטוסים).

ג. טייס אוטומטי.

ד. מד-מהירות אוויר אמיתית.

ה. מחשב הניווט.

ו. מרכז אינרציאלי.

ז. כונסי אוויר משתנים ("עכברים").

ח. בקרת זרימת אוויר משני למנוע ("פעמון").

ט. כוונת.

י. מערכת ירי.

יא. מנורת אזהרת טמפ׳ כונסי האוויר.

א. <u>מערכת מניעת פיגור לחץ סטטי למכשירי הטיסה</u>

המערכת מונעת פיגור קריאות הלחץ הסטטי של המכשירים. למשל - בצלילה של 60° מוקטנת קריאת מד הגובה עד 150 רגל. התיקון מבוצע לאחר התנעת המנועים, ע"י הפעלת מתג CADC שליד המצערות.

למתג שלושה מצבים המופעלים כדלקמן:

1) מצב NORMAL (אמצעי) - זהו המצב הרגיל.

2) מצב RESET (מצב קפיצי קדמי) - משמש לחידוש תקינות הפעולה, לאחר כל חידוש אספקת מתח למטוס.

3) מצב CORR OFF (ביטול תיקונים) מופעל במצב זה במקרה של תקלה. יציאת המערכת מפעולה מצוינת ע"י הידלקות נורית STATIC CORR OFF הנכבית עם העברת המתג למצב RESET. עם העברת המתג למצב RESET על הקרקע, מותר שינוי קריאה של 40 רגל בלבד במד הגובה (בדיקה זו באה לוודא יחס לחצים של 1:1 במערכת).

ב. <u>משדר גובה</u>

מקבל נתוני גובה מתוקן והופכם לאותות חשמליים. אותות אלה מנוצלים לתיקון שני למד הגובה, ולשידור אות גובה ל-זע"ט כאשר הוא פועל במוד C. התיקון החשמלי של הגובה מפעיל מערכת סרוו הנמצאת בתוך מערכת מד הגובה, והנותנת לו קריאת גובה חשמלית. תחנה של שיטה זו בכך שהיא מספקת למד הגובה בדיוק אותה קריאה שהיא משדרת החוצה ע"י ה-זע"ט. חיבור מערכת המשדר למד הגובה מבוצע ע"י מתג הנמצא על מד הגובה ואשר לו שני מצבים קפיציים STBY ו- RESET. מצבים אלה מכוונים את המכשיר בהתאם, בין ע"י מערכת הסרוו החשמלית ובין ע"י קריאת הלחץ המתוקן. במצב STBY מופיע דגלון אדום במכשיר.

<u>הערה:</u>

בגלל תקלות במכשיר קורה שמשדר הגובה ניתק, והוא עובד על מצב STBY בלבד (מצב מיכני). כמו-כן ניתקת הנורית ALT ENCODER OUT, המציינת יציאת משדר הגובה מפעולה.

ג. <u>הטייס האוטומטי</u>

מערכת הטייס האוטומטי מקבלת מהמרכז האווירודינמי ארבעה נתונים:

1) <u>אות ייחוס גובה למצב שמירת הגובה</u> - אות זה מוכנס למערכת עם הפעלת מתג הצמדת הגובה של הטייס האוטומטי.

2) <u>נתון מהירות אוויר אמיתית</u>
זהו נתון הנכנס למשדר מוט ההיגוי בערוץ העלרוד ומשמש לחישוב תגובת ההגאים בהתאם לשינוי תנאי הטיסה.

3) <u>נתון לחץ דינמי</u>
נתון זה, ביחד עם האות המגיע מהמרכז הג׳ירוסקופי, מיועד לשמירת מצב הטיסה. הוא משפיע על המערכת בדומה לאות מהירות האוויר האמיתית. נתון הלחץ הדינמי, ביחד עם ג׳ירומטר שיכוך התנודות פועל על משכך העלרוד.

4) <u>נתון מאך</u>
נתון המאך, ביחד עם אות ייחוס הגובה, מספק למערכת שמירת הגובה תיקון יחסי למהירות הטיסה.

ד. מד-מהירות אוויר אמיתית

שני מדי-מהירות, הנמצאים אחד בכל תא, מציגים בצורה ספרתית את מהירות האוויר האמיתית המחושבת ע"י המרכז האווירודינמי. קריאת המכשירים אמינה רק במהירות גבוהה מ-150 קשר. בעמידה על הקרקע, יראה בדרך-כלל המכשיר 130 קשר.

ה. מחשב הניווט

מחשב הניווט מקבל נתון של מהירות אוויר אמיתית לצורך חישוב נתיב המטוס, כשהמרכז האינרציאלי מנותק.

ו. המרכז האינרציאלי

המרכז האינרציאלי מקבל נתון גובה לצורך חישוב המרחק המדויק שהמטוס עבר (ביחס לרדיוס כדור הארץ), ולחישוב זווית התיקון של הג׳ירו.

ז. כונסי אוויר משתנים (עכברים)

כונסי האוויר המשתנים (עכברים) מונעים כניסת עודף אוויר למחילות ומרחיקים מהן את גלי ההלם. בתנאי טיסה רגילים עד 1.4 מאך הם בדרך-כלל פתוחים. מעל מהירות זו הם מתחילים להיסגר בהדרגה עד מהירות של 1.8 מאך, ובתחום המהירויות הגבוהות יותר הם נשארים סגורים. פעילות כונסי האוויר המשתנים מבוקרת על-פי קריאות של טמפרטורת הפגיעה המתקבלות דרך המרכז האווירודינמי ולא של מספרי המאך. מכאן שכונסי האוויר עלולים להיפתח בתנאים מסוימים גם בטיסה תת-קולית.

ח. בקרת זרימה משנית למנוע (פעמון)

מערכת זו מושפעת מקשר פונקציונלי מסוים בין הלחץ הסטטי ללחץ הדינמי השוררים בכניסה לכונס האוויר. במהירויות 0.4 עד 0.98 מאך, קיים קשר פונקציונלי אחד, ומחוץ לתחום מהירויות זה קיים קשר פונקציונלי אחר. עקרונית, גם מערכת זו מונעת כניסת עודפי אוויר למנוע בתנאי טיסה מסוימים, ומאפשרת זרימת אוויר עוקף סביב המנוע.

המערכת פועלת באורח עצמאי בכל תחום הטיסה, פרט לקבלת אות מהירות מהמרכז האווירודינמי בין 0.4 ל-0.98 מאך, לשינוי הקשר הפונקציונלי בין הלחצים.

ט. כוונת

הכוונת מקבלת מהמרכז האווירודינמי נתון גובה כדי להתאימו לשינוי התנגדות האוויר ולקביעת זמן מעוף הקליע בהתאם. הכוונת אינה מקבלת נתונים על מהירות האוויר ועל זווית ההתקפה.

י. מערכת בקרת הירי

מחשב הטילים ומחשב ההפצצה מקבלים נתונים של גובה, מהירות אמיתית וזווית התקפה.

יא. מנורת אזהרת טמפרטורת הכונס

מנורת האזהרה DUCT TEMP HI תידלק כאשר טמפרטורת הפגיעה תגיע ל- 121°C. טמפרטורה זו מתקבלת ממחוש טמפרטורת הפגיעה ומועברת דרך המרכז האווירודינמי לציון טמפרטורה גבוהה מדי בכונס האוויר. מותר לטוס עם מנורה דולקת (בין 2 ל-2.4 מאך) עד 5 דקות.

יד-4. פעולת המערכת

א. כללי

המרכז האווירודינמי מתחיל לפעול מרגע שמוכנס מתח למטוס. הוא ניזון מפסי הצבירה של מנוע ימין כל זמן שיש בהם מתח. את יחידת התיקון של הלחץ הסטטי יש לחמש מחדש לאחר כל פעולה או תקלה. כל שאר המערכות, המקבלות פקודות ישירות מהמרכז האווירודינמי, יפסיקו לפעול במקרה של תקלה. יוצא מכלל זה הוא ה"פעמון" אשר ימשיך לפעול במקרה של תקלה, אך בקשר פונקציונלי לא נכון בין הלחצים.

ב. פעולת מד הגובה

למד הגובה שלוש אפשרויות פעולה - סרוו חשמלי, לחץ מתוקן ולחץ סטטי בלתי מתוקן.

1) סרוו השמלי

במצב סרוו חשמלי מקבל המכשיר אותות ממשדר הגובה. מצב זה נכנס לפעולה לאחר העברה רגעית של המתג שעל גבי המכשיר עצמו למצב RESET. דגלון STBY (אדום) שבתוך מד הגובה צריך להעלם.

> **שים לב!**
>
> מצב סרוו חשמלי מנותק במטוסים בגלל תקלות מיכניות במערכות. אין להפעילו בשום מקרה.

2) לחץ מתוקן

מכשירי הטיסה מקבלים תיקון לפיגור הלחץ הסטטי בצלילה מהמרכז האווירודינמי. מצב זה נכנס לפעולה לאחר הפעלה רגעית של מתג CADC, הנמצא ליד המצערת, למצב RESET. תזוזת המחוג המותרת בהפעלה על הקרקע היא של 40 רגל בלבד. דגלון STBY אדום יופיע במד הגובה במשך כל זמן הטיסה.

3) לחץ סטטי בלתי מתוקן

המכשיר מקבל קריאת לחץ ישירות מצינור הפיטו. יש לו שגיאות הנובעות מאורך הצינורות והגורמות בצלילה לפיגור של עד 1500 רגל. מצב זה ייכנס לפעולה כאשר המרכז האווירודינמי אינו פועל, ואז מנורת האזהרה STATIC CORR OFF נדלקת.

> **אזהרה!**
>
> במקרה של טיסה בתנאי התקרחות או ברד, עלול המרכז האווירודינמי לתת נתונים לא נכונים, כתוצאה מהתקרחות או פגיעת ברד במחוש טמפרטורת הפגיעה.



פרק טו

מד-זווית התקפה

טו-1. תיאור כללי

בכל אחד מביצועי הטיסה השונים (גישה לנחיתה, המראה, טיסה לטווח, שהייה, הזדקרות, וכו׳) מקדם העילוי הוא תמיד קבוע, וכמוהו גם זווית ההתקפה, ללא הבדל במשקל המטוס (המהירות תשתנה אוטומטית עם המשקל). ולכן, זווית ה-התקפה מהווה ציון חשוב שבעזרתה ניתן לבצע באופן אופטימלי את שלבי הטיסה השונים.

מערכת מד-זווית ההתקפה המותקנת במטוס מאפ-שרת מדידת זווית ההתקפה של המטוס. המערכת כוללת מחוש הנמצא בצד ימין של אף המטוס, מחוון זווית התקפה, מציין זווית התקפה הנמצא בכל אחד מהתאים, ומערכת התראה קולית (מש-מיעה צפצוף המשתנה בהתאם לזווית ההתקפה). כמו-כן קיימת במטוס אזהרה מפני הזדקרות ה-פועלת ע"י הרעדת הדוושה השמאלית-קדמית.

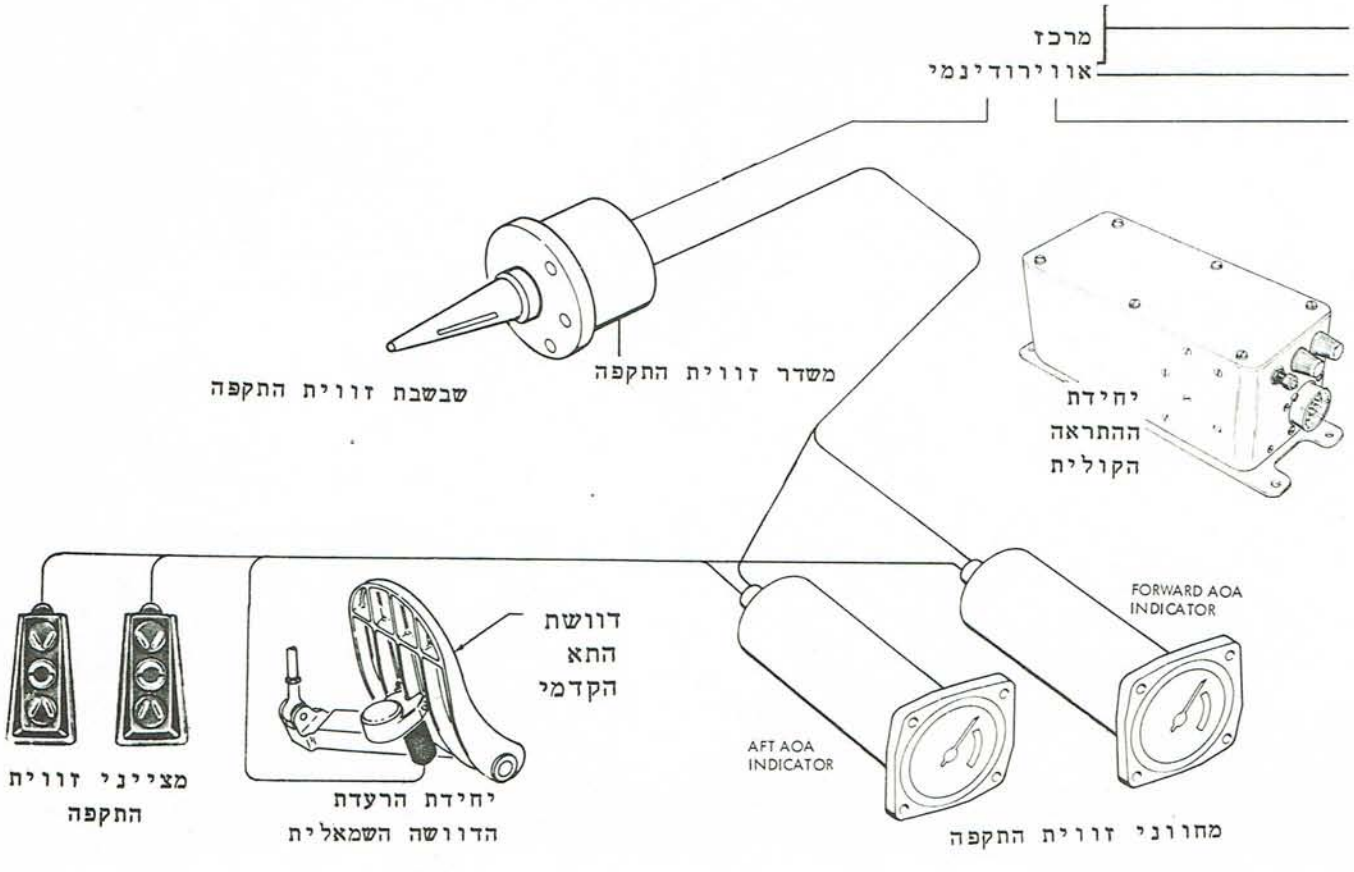
טו-2. גשש זווית ההתקפה

מדידת זווית ההתקפה של המטוס מבוצעת ב-אמצעות גשש דמוי קונוס הבולט בצד ימין של אף המטוס. בגשש קיימים שני חריצים מקבילים, והוא יכול להסתובב סביב צירו. כאשר זרימת האוויר משנה את כיוונה, הלחץ באחד החריצים עולה על הלחץ שבחריץ השני ומאלץ אותם להיות בקו אחד עם זרימת האוויר ע"י סיבוב הגשש. עם סיבובו הוא מניע שלוש מברשות על נגדים משתנים היוצרות שינויים בהתנגדות החשמלית. נגדים אלה מעבירים מתח משתנה ל-מחוון זווית ההתקפה, למרכז האווירודינמי ו-למחשב ההפצצה.

<u>חימום הגשש</u> - נעשה ע"י שני גופי חימום ה-נמצאים - אחד בתוך החרוט, והשני בחיבורו לגוף המטוס. החימום מופעל אוטומטית מרגע שמפסק הכובד שבגלגל ימין משוחרר.

טו-3. מחווני זווית ההתקפה

מחווני זווית ההתקפה נמצאים בלוח המכשירים שבתא הקדמי. המתח המגיע למחוונים מפעיל



מנוע סרוו המסובב את המחוג לאורך טווח של 30 יחידות שנקבעו באופן שרירותי. (יחידות אלו מתאימות לסיבוב החרוט בין 10°- ל-40°+). במקביל למחוג מסובב המנוע גם ציר עם זיזים המפעילים מפסקים זעירים. מפסקים אלה, ב-צירופים שונים, מפעילים את מצייני זווית ה-התקפה. על אותו הציר מורכב גם זיז המפעיל את מנוע האזהרה לפני הזדקרות (מערכות הרעדת הדוושה השמאלית).

הזיזים המפעילים את מצייני זווית ההתקפה קבועים (תמיד יהיה ה-"0" בשעה 3 של ה-מכשיר), בעוד שהסקלה של היחידות מסתובבת יחד עם המחוג, כך שניתן לשנות את מצב ה-מציינים יחסית ליחידות. המכשיר מכוייל כך ש-האפס נדלק ב-19.2 יחידות. נוסף לסימן זה מצויים על המכשיר סימני עזר נוספים כגון:

א. 7.9 יחידות - שיוט מיטבי(מעל 25,000רגל).

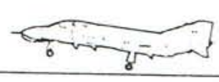
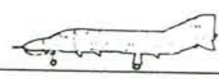
ב. 19.2 יחידות -מהירות נחיתה.

ג. 30.0 יחידות - מהירות הזדקרות.

כשהמכשיר אינו בפעולה, מופיע דגלון OFF בתוך המחוון.

טר-4. מצייני זווית התקפה

מצייני זווית ההתקפה נמצאים בשני התאים - שנים בכל תא (מעל ללוח המכשירים, בשני צידיו). ציון זווית ההתקפה נעשה ע"י הידלקות מנורות המאירות את הצורות V, O, Λ בצירו-פים שונים כדלקמן:

מצב הטיסה	מהירות	זווית התקפה (ביחידות)	מציין ז"ה	מחוון ז"ה
	נמוכה מאוד	20.3-30		
	נמוכה במקצת	19.7-20.3		
	נכונה	18.7-19.6		
	גבוהה במקצת	18.1-18.6		
	גבוהה מאוד	0-18.0		

הערה

בהפעלת טילי AGM-45 (שרייק) מסמנים האורות הוראות הטסה בעלרוד.

טו-5. **אזהרה קולית לזווית התקפה**

במקביל לציון זווית ההתקפה ע"י המציינים, מופעלת צפצפת אזהרה במצבי טיסה קריטיים, כגון בזוויות התקפה גבוהות, במהירויות נמוכות, בתמרונים חריפים, בגישה לנחיתה, וכו׳. הצפצוף מתחיל להישמע באוזניות של ה-טייס ושל טייס המשנה ב-15.1 יחידות זווית התקפה. עם הגדלת הזווית, משתנה גם הצפצוף בהתאם. כפתור לקביעת גובה הצליל נמצא על לוח האזהרות של התא הקדמי, וכפתור שני ה-נמצא על לוח בקרת אזהרת ההזדקרות של התא האחורי, מאפשרים ויסות גובה צליל הצפצוף.

א. <u>בין 15.1 ל-18.1 יחידות זווית התקפה</u> - נשמע צליל מקוטע בתדירות 400 הרץ. תדירות הצפצופים עולה מ-1.5 מתקפים בשניה (15.1 יח׳) ל-8.2 מתקפים בשניה (18.7 יח׳).

ב. <u>בין 18.1 ל-18.7 יחידות ז"ה</u> - נמשך ה-צליל המקוטע בתדירות 400 הרץ, אליו מתווסף צליל קבוע בתדירות 900 הרץ.

ג. <u>בין 18.7 ל-19.7 יחידות ז"ה</u> - נפסק ה-צליל המקוטע, ונמשך הצליל הקבוע בתדירות 900 הרץ.

ד. <u>בין 19.7 ל-20.3 יחידות ז"ה</u> - הצליל ה-קבוע נמשך, ואליו מתווסף צליל מקוטע בתדי-רות 1600 הרץ.

ה. <u>בין 20.3 ל-30 יחידות ז"ה</u> - הצליל הקבוע נפסק, ונמשך הצליל המקוטע בלבד. תדירות ה-מתקפים משתנה מ-1.5 מתקפים בשניה (ב-20.3 יח׳) ל-6 מתקפים בשניה (22.3 יחידות). ב-22.3 יחידות קופצת תדירות המתקפים בבת-אחת ל-20 מתקפים בשניה. בין 22.3 ל-30 יחי-דות, אין שינוי בצפצופים.

<u>הערה (1)</u>

מכיון שגם הצפצפה וגם מציני זווית ההתקפה מקבלים את קריאותיהם ממד זווית ההתקפה, כל טעות או זיוף במד זווית ההתקפה יגרמו לטעות מקבילה במציינים ובצפצוף.

<u>הערה (2)</u>

מעל 20.3 יחידות זווית-התקפה, לא ניתן לבטל את הצליל ע"י הכפתור, והדרך היחידה לביטולו, אם יש צורך בכך, היא משיכת לחיץ חימום גשש זווית ההתקפה (C 7) הנמצא בלוח לחיצים מס׳ 3.

<u>הערה (3)</u>

עם משיכת לחיץ חימום גשש זווית ההתקפה, נפסקת פעולת היחידות הבאות: מחמם הגשש, מחמם גשש הטמפרטורה הכללית, מחמם צינור הפיטו של כונס ה"פעמון", ומרעיד הדוושה.

טו-6. **אזהרה לפני הזדקרות - הרעדת הדוושה**

האזהרה לפני הזדקרות נעשית ע"י הרעדת הדוושה השמאלית של התא הקדמי. את הפעולה מבצע מנוע אקסצנטרי המקבל פקודת הפעלה מהמחוון, והוא מתחיל לפעול כשזווית ההתקפה עולה על 22.3 יחידות. המנוע לא יפעל על הקרקע כל זמן ש-מפסק הכובד בגלגל שמאל אינו משוחרר. בטיסה ישרה, רעידות הדוושה מורגשות היטב, בעוד ש-בפנייה, כל המטוס רועד ורעידות הדוושה אינן מורגשות כלל.

טו-7. **מ ק ו ר ו ת כ ו ח**

המערכת כולה מקבלת זרם ישר מפס הצבירה ה-חיוני והיא תפעל כל זמן שיש מתח במטוס, גם כשהמתח מתקבל מהמצבר הפנימי בלבד. למערכת יש שני לחיצים בלוח מס׳ 3:

C7 (AOA PROBE HTR CONT) ו-C3 (AOA PROBE HTR PWR). חימום הגשש עובר גם דרך המרכז האווירודינמי, ולכן זה האחרון צריך לעבוד כדי שהחימום יפעל (החימום פועל רק לאחר שחרור מפסק הכובד בגלגל ימין).

טו-8. פעולת המערכת

קריאת גשש זווית ההתקפה אמינה מעל מהירות 90 קשר, ובכל תחום המהירויות של המטוס. היות והגשש נותן קריאה של זרימת האוויר ב-יחס לאף המטוס, תהיה זווית ההתקפה האמיתית של המטוס שונה מהנתון במחוון (ראה טבלה).

יחידות	זווית התקפה של הגשש במעלות	זווית התקפה אמיתית (בערך) במעלות
0	-10	-2
5	-2	0
19.2	22	14
30	40	24

באופן כללי, ניתן לומר שזווית ההתקפה ה-אמיתית שווה את מספר היחידות במעלות פחות חמש.

כשהגלגלים במצב מטה, משנה הגלגל הקדמי את הזרימה סביב האף, וקריאת מד-זווית ההתקפה תהיה נמוכה ביחידה אחת מהרגיל (מהירות ה-נחיתה המיטבית ללא גלגלים - 20.2 יחידות).

בהחלקות חזקות תשתנה הזרימה סביב האף, ו-תשנה את קריאת מד-זווית ההתקפה. הטעות עלולה להגיע עד 2 יחידות בהגה-כיוון מלא.

כאשר ההחלקה היא ימינה, הגשש גלוי לרוח, והקריאה תהיה קטנה ב-2 נקודות מהדרוש.

כאשר ההחלקה היא שמאלה, הגשש מוסתר מה-רוח והקריאה תהיה גדולה ב-2 יחידות מהדרוש.

טו-9. תקלת מד-מהירות

ניתן להשתמש במד-זווית ההתקפה במקרה של תקלה במד-המהירות. יש לזכור עם זאת שה-מכשיר רגיש ביותר ומגיב על כל שינוי רגעי של הזרימה, ולכן צריך לטוס בנתונים יציבים, ולהתייחס לממוצע הקריאה של המכשיר.

נתוני ההתייחסות למהירות בשלבי הטיסה ה-שונים:

א. שיוט בגובה (280 קשר) - 7.9 יחידות.

ב. הנמכה (250 קשר) - 8.5 יחידות.

ג. הורדת גלגלים - 9.0 יחידות.

ד. הורדת מדפים - 13.0 יחידות.

ה. מהירות גישה עם מנוע אחד - 17.0 יחידות.

ו. מהירות גישה רגילה - 19.2 יחידות.

ז. אזהרת הזדקרות - 22.3 יחידות.

טו-10. סחרור

מד-זווית ההתקפה משמש מכשיר ראשי לזיהוי מצבי טיסה בלתי נשלטים או סחרור. בכל מצב אף שאליו נקלעים, אם ניתן לשלוט על הגה ה-גובה ולהביא את זווית ההתקפה ל-5 עד 10 יחי-דות, המטוס בעצמו ייחלץ מהמצב.

בסחרור ניתן להבחין בין שני סוגי סחרור:

א. 30 יחידות -- סחרור ישר.

ב. 0 יחידות -- סחרור הפוך.

טו-11. תקלות

התקרחות על הגשש, או כל פגיעה, או לכלוך באחד החריצים, עלולים לגרום לטעות רצינית בקריאת המכשיר.



פרק טז

ציוד קשר, זיהוי וביות

טז-1. תיאור כללי

מערכת הקשר זיהוי וביות שבמטוס, היא מערכת אחת הכוללת בתוכה את כל מכשירי הקשר של המטוס. רוב היחידות ממוקמות ביחד, בבית הגלגל הקדמי , ומקבלות קירור ממערכת קירור המכשירים. ללא קירור זה, מוגבלת פעולה המערכת ל-10 דקות בלבד. המערכת פועלת כל זמן שהגנרטור הפנימי פועל. כדי להפעילה ממתח חיצוני, יש ללחוץ על מפסק קפיצי הנמצא בבית גלגל שמאל.

המערכת כוללת את המרכיבים העיקריים הבאים:

א. מערכת קשר פנים.

ב. רדיו תא"ג.

ג. רדיו חירום.

ד. אנטינה למציאת כיוון תא"ג.

ה. מכשיר זע"ט.

ו. מכשיר TACAN (מוצא כיוון ומרחק לתחנות קרקע).

טז-2. מערכת קשר פנים

א. <u>כללי</u>

המערכת מאפשרת קשר בין הטייס לנווט, ובין שניהם לצוות הקרקע. בשני התאים קיימות יחידות זהות ועצמאיות. מערכת קשר הפנים פועלת מרגע של הכנסת מתח חיצוני למטוס. איש צוות הקרקע מחובר במקביל לתא האחורי.

ב. <u>מבנה המערכת</u>

כל יחידת קשר הפנים כוללת לוח בקרה ושלושה מגברים, כלהלן:

1) <u>מגבר ראשי</u> - שאליו מתחברות הכניסות של כל האותות הנשמעים באוזניות (קשר פנים, רדיו, זווית התקפה, צליל הפצצה וכו'). במגבר זה עוברים האותות דרגת הגברה ויוצאים ממנו למגבר השני.

2) בכל תא נמצאים שני מגברים של דרגת הגברה שניה, כשרק אחד מהם פועל באותו פרק זמן, והשני לביטחון. המגבר הרגיל הפועל נקרא NORM , בעוד שהמגבר השני נקרא BACK UP (משני).

3) המגברים הראשיים מתחברים ביניהם בשני התאים, לפני יחידת ההגברה שלהם. חיבור זה משמש אך ורק להעברת שידור פנימי בין התאים. כשמדברים בקשר-פנים מאחד התאים, מועבר האות למגברים הראשיים שבשני התאים, שם הוא מוגבר ועובר לדרגת ההגברה השניה בכל תא בנפרד. ע"י כך מתקבלת גם שמיעה עצמית.

4) קיים חיבור נוסף בין שני התאים, המשמש לחירום בלבד.

5) תקע, הנמצא בבית גלגל שמאל מאפשר לאיש צוות קרקע להתחבר למערכת קשר הפנים, דרך יחידת התא האחורי.

ג. <u>לוח הבקרה</u>

לוחות הבקרה שבשני התאים זהים ועצמאיים - כל אחד מהלוחות כולל:

1) <u>בוחר עוצמה</u> - שהוא בוחר סיבובי המווסת את עוצמת השמע של אותו התא.

2) <u>מפסק הפעלה</u> - המפסק נמצא בצד ימין של הלוח, ולו שלושה מצבים:

א) <u>מצב COLD MIC (מיקרופון קר)</u>
זהו מצב תחתון וקבוע של המפסק. במצב זה אין שידור קשר פנים של אותו איש צוות.

ב) <u>מצב HOT MIC (מיקרופון חם)</u>
זהו מצב אמצעי וקבוע של המפסק. במצב זה, יש שידור תמידי של מכשיר קשר הפנים מאותו התא.

ג) <u>מצב RADIO OVERRIDE (עוקף רדיו)</u> - מצב זה שהוא קפיצי, הוא מצבו העליון של המפסק. פעולת מצב זה דומה לפעולת מיקרופון חם, בהבדל אחד שהקליטה של הרדיו החיצוני מוחלשת כדי לאפשר שמיעה טובה יותר של הקשר הפנימי.

3) <u>בוחר מגברים</u>
בוחר המגברים נמצא במרכז הלוח ומאפשר בחירת המגברים שיפעלו. לבוחר שלושה מצבים כדלקמן:

א) <u>מצב NORM (מצב אמצעי)</u> - פעולה רגילה של המערכת. שידור מכל תא עובר למגברים הראשיים שבשני התאים, ומשם לדרגת ההגברה השניה במגבר NORM שבכל תא בנפרד.

ב) <u>מצב B/U (מצב שמאלי)</u> - במצב זה ממשיכה המערכת לפעול כרגיל. ההגברה השניה נעשית ע"י מגבר B/U (זהה למגבר NORM).

ג) <u>מצב EMER (חירום)</u> - העברה למצב זה תיעשה לאחר שלא הושג קשר-פנים בשני המצבים האחרים. מצב זה נועד כדי להתגבר על תקלה במגבר הראשי ע"י ניצול המגבר הראשי של התא השני. השמיעה בתא שבו נבחר מצב החירום מתקבלת מהמגבר הראשי של התא השני, והגברה שניה מתקבלת ע"י מגבר B/U של התא שבו נבחר מצב הבוחר. במצב חירום, אין שליטה על עוצמת השמיעה, והיא נקבעת בהתאם למצב בוחר העוצמה שבתא השני.

4) <u>לחצן השידור שעל המצערת</u>
על המצערת נמצא לחצן שידור לקשר רדיו חיצוני המופעל בשני מצבים: מצב UHF קדמי לקשר פנים ומצב ICS אחורי.

א) כאשר מפסק ההפעלה נמצא במצב מיקרופון קר, מאפשרת לחיצה למצב ICS שידור רגיל בקשר פנימי של איש הצוות המפעיל את המפסק. הלחצן קפיצי, ויש להחזיקו בצד הרצוי במשך כל זמן השידור.

ב) כאשר מפסק ההפעלה נמצא במצב מיקרופון חם, תגרום לחיצה למצב להחלשת קליטת הרדיו החיצוני - כמו במצב "עוקף רדיו".

<u>הערות</u>

1. שינוי שבוצע במערכת אינו מאפשר שידור החוצה של קשר הפנים במקרה שאיש הצוות השני לוחץ באותו הזמן על לחצן השידור UHF .

2. מאחר שחיבור לקשר חיצוני נעשה במקביל למגברי התא האחורי, ולאיש צוות הקרקע אין לחצן שידור, הוא יוכל לדבר רק כאשר מפסק ההפעלה שבתא האחורי נמצא במצב מיקרופון חם.

טז-3. רדיו תא"ג UHF

א. הרדיו המותקן במטוס עובד בתחום תדירות התא"ג (225 עד 400 Hz). מספר הערוצים הניתן לבחירה הוא 3500, אך תחנות הקרקע מסוגלות לקלוט רק 1750 ערוצים. המרווח בין ערוץ לערוץ הוא 0.1 MHz . ניתן לכוון במכשיר 18 ערוצים מראש.

ב. מכשיר הרדיו מכיל בתוכו מקלט נוסף המכוון לתדירות מצוקה והניתן להפעלה בכל עת, במקביל לבחירת הערוץ הראשי. אם רוצים לשדר על ערוץ מצוקה, יש לעבור על המכשיר הראשי לערוץ מצוקה. מכשיר הרדיו עצמו נמצא בתא האחורי, מתחת לדופן שמאל. ספק המתח שלו נמצא בתוך המערכת הכללית של קשר זיהוי וביות. השידור והקליטה נעשים באמצעות אחת משתי האנטנות - אנטנה אחת הנמצאת בקצה העליון של מייצב הכיוון, ואנטנה שניה הנמצאת בדלת הגלגל הקדמי. בחירת האנטנות נעשית מהתא הקדמי, והחלפה ביניהן מונעת מיסוך של גוף המטוס, כשעוצמת הקליטה חלשה.

ג. בכל תא נמצא לוח הבקרה של הרדיו. בחירת השליטה ביניהם נעשית בעזרת לחצן הנמצא בפינה השמאלית-קדמית. כל לחיצה (באחד משני התאים) תעביר את השליטה מלוח אחד לשני, ללא הבדל באיזה תא בוצעה הלחיצה. על לוח הבקרה השולט באותו רגע על הרדיו, נדלק אור ירוק ליד הלחצן. הערוץ המכוון על הרדיו מופיע בחלון הנמצא בצד שמאל למעלה, בלוח המכשירים (קריאת החלון זהה תמיד בשני התאים).

טז-4. רדיו אחורי - רדיו ירוק

א. <u>כללי</u>

במטוס קיים מכשיר רדיו נוסף, שקופסת הבקרה שלו נמצאת אחרי קופסת בקרת ה- TACAN .
הרדיו הקדמי נקרא רדיו אדום, והאחורי נקרא רדיו ירוק.

ב. <u>בקרות תא קדמי ואחורי</u>

1) <u>בוחרי שידור</u>

בתא קדמי קיים בוחר שידור תלת-מצבי הנמצא על מדף שמאל, מאחורי ווסת עוצמת טילי א/א.
שלושת המצבים, לפי הסדר (מימין לשמאל) הם:
א) שידור אדום.
ב) שידור כפול.
ג) שידור ירוק.

בתא אחורי, מעל מצייני המדפים והגלגלים שבתא מכשירים קדמי, קיים בוחר דומה, שמלבד בחירת השידור, יש לו ווסת עוצמה לקליטת הרדיו הירוק.

2) <u>קופסת בקרה UHF - רדיו ירוק</u>

קופסת הבקרה נמצאת בתא קדמי בלבד, על מדף ימין, אחרי קופסת בקרת ה- TACAN .
בעזרת קופסת הבקרה ניתן לפקח על פעולת המכשיר, עוצמת השמע, החלפת ערוצים, הכנסת ערוצים לזיכרון של המכשיר, שידור מורס מאופנן וביטול פעולת המשתיק.

3) <u>וסת עוצמה</u>

כפתור שסימונו VOL וסיבובו עם כיוון השעון יגרום להגברת עוצמת השמע באוזניות. ויסות העוצמה ישפיע רק על עוצמת השמע בתא הקדמי.

הערה

כאשר בוחר העוצמה על מכסימום, עלול להישמע צפצוף בשידור החוצה. כדי להימנע ממצב זה, יש להקטין מעט את ויסות העוצמה.

4) כפתור הפעלה ובוחר מצבים

OFF - מכשיר לא פועל.

MAIN - מכשיר מופעל, שידור וקליטה על המכשיר הראשי.

BOTH - מכשיר ראשי - שידור וקליטה, מקלט מצוקה - קליטה.

ADF - הקוד עובר לקליטה באנטנת ADF (לא בשימוש). (לרדיו הירוק אנטנת שידור וקליטה נפרדת, בגב המטוס).

5) מתג שיטת בחירת הערוצים

למתג זה שלושה מצבים כלהלן:

א) מצב CHAN - מאפשר בעזרת בוחר ערוצים, לבחור ערוץ מכוון מראש מתוך 20 הערוצים הקיימים.

ב) מצב GUARD - מעביר את המקלט משדר לתדר מצוקה.

ג) מצב MANUAL - העברת המתג למצב זה תאפשר בחירה ידנית של כל תדר, שהוא בתחום התדרים של המכשיר.

6) בוחר ערוצים

בוחר זה מאפשר בחירת ערוץ אחד מתוך 20 הערוצים המכוונים מראש. בוחר זה יחליף ערוצים רק כאשר מתג "שיטת בחירת ערוצים" יהיה על מצב CHAN

7) לחצן SET CHAN

בעזרת לחצן זה ניתן לשנות את תדר הערוצים המכוונים מראש, ע"י העברת מתג "שיטת בחירת הערוצים" למצב CHAN , כיוון ידני של התדר הרצוי, כיוון בוחר ערוצים לערוץ הנבחר ולחיצה על כפתור SET CHAN . הלחיצה תהיה רגעית וצפצוף החלפת ערוצים יוודא שאמנם הערוץ הוחלף.

הערה:

בפעולה רגילה, על הטייס לוודא שלחצן זה מאובטח בפס כסף.

8) כפתורי אצבע לבחירת תדר ידנית

בקופסה נמצאים ארבעה "כפתורי אצבע". הכפתור השמאלי משנה את סיפרת המאות וסיפרת העשרות של התדרים מ-22 עד 39. הכפתור השני משנה את סיפרת היחידות של התדרים מ-0 עד 9, השלישי משנה את סיפרת העשיריות מ-0 עד 9, והרביעי - את סיפרת המאיות 0 או 5. בקרת כפתורים אלה תתאפשר רק כאשר מתג "שיטת בחירת הערוצים" נמצא על MANUAL .

בעזרת כפתורים אלה תתאפשר בחירת תדר כלשהו בין 225 MHz עד 399.95 MHz, בהפרשים של 50 KHz.

9) לחצן TONE

בעזרת לחצן זה אפשר לשדר מורס מאופנן (CW) בתדר של 1000 Hz. לחיצה על הלחצן תשדר החוצה צפצוף, עד עזיבת הכפתור.

10) מתג משתיק - SQUELCH

במצב NORMAL , המשתיק עובד ומשתיק רמת רעש מסוימת. בהעברה למצב השני (SQUELCH DISABLE), המשתיק אינו עובד

ובאוזניות יישמע רעש קליטה בלווית האות הנקלט. נשתמש במצב השני כאשר הקליטה חלשה מאד והמשתיק, בפעולתו, משתיק גם את האות הנקלט עם הרעש.

טז-5. מקלט חירום

מקלט החירום נמצא בתוך המערכת הכללית של קשר זיהוי וביות. הוא כולל 20 ערוצים מכוונים מראש, בתחום תדירויות של 265 עד 285 MHz . נוסף לכך מותקן בו גם ערוץ מצוקה - 243.00. שינוי תדירות הערוצים קשה, היות והם מכוונים ע"י גבישים המולחמים בתוך המכשיר.

המכשיר מאפשר קליטה בלבד, ללא כל אפשרות לשידור. הוא משתמש באנטנת ADF , או באנטנה רגילה, בהתאם לבחירת מצב המקלט הראשי. אין למקלט זה מפסק, והוא פועל כל זמן שהמערכת הכללית פועלת.

טז-6. מערכת מציאת כיוון (ADF)

א. מערכת זו כוללת אנטנה, המחוברת לאחד ממכשירי הרדיו בהתאם לבחירה, וכן מערכת סרוו להנעתה. מחוון בתא-הטייס מראה את כיוונה של האנטנה. קריאת הכיוון בתא הקדמי היא על מכשיר HSI , ובתא האחורי - על מכשיר BDHI . הסבר מפורט נמצא בפרק "מכלול מחווני הטסה". המערכת פועלת מייד עם הפעלת המערכת הכללית, אבל מציאת תחנות אפשרית רק לאחר חיבור האנטנה לאחד ממכשירי הרדיו. האנטנה נמצאת בחלק העליון של אף המטוס, לפני תא הטייס.

ב. האנטנה עצמה היא אנטנה כיוונית, המורכבת משני חצאים המכוונים בכיוונים נגדיים זה לזה.

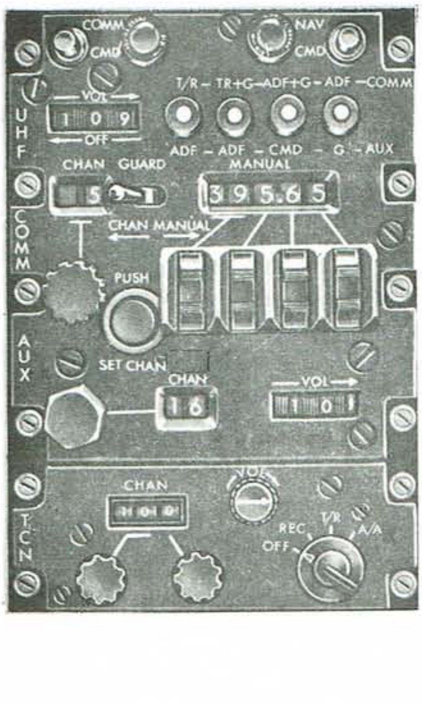
בתוך האנטנה קיים מפסק, המחליף בין שני החצאים בתדירות של 100 cps . ברגע שנקלט אות מכיוון כלשהו, עוצמת הקליטה שונה בשני החצאים. במערכת הסרוו נוצרת פקודה (בתדירות 100 cps) ובעוצמה משתנה בהתאם לכיוון התחנה) הגורמת לסיבוב האנטנה עד שעוצמת הקליטה של שני החצאים משתווה.

מהירות סיבוב האנטנה שונה בהתאם לגודל הפקודה. סיבוב של 180^0 נמשך כ-4 שניות.

ג. הביות יכול להתבצע על כל תחנה משדרת: משואה, דיבור, או כל גל נושא. כדי לקבל קריאה מדויקת, רצוי שהשידור יימשך 4 שניות לפחות. כל זמן שהאנטנה אינה מכוונת בדיוק לתחנה, יישמע רעש לוואי (בתדירות 100 cps) ההולך ונחלש עם התיישרות האנטנה מול התחנה.

ד. הדיוק הגבוה ביותר של מציאת הכיוון הוא בתחום של $\pm 3.5^0$. מעל תדירות 310 MHz , עלולות להיות טעויות גדולות מאוד, ורצוי לא להשתמש בתחום זה של תדירויות.

טז-7. בקרה ופיקוח של מערכת הרדיו



א. <u>כללי</u>

במטוס ישנם שני לוחות בקרה - אחד בתא הקדמי, על דופן ימין, והשני בתא האחורי, על דופן שמאל. העברת השליטה מלוח אחד לשני נעשית באמצעות לחצן הנמצא בפינה השמאלית-קדמית של הלוח. כל לחיצה על אחד משני הלחצנים, מעבירה את השליטה מטבלה אחת לשניה. על הלוח, השולט ברגע מסוים, נדלקת מנורה ירוקה ליד הלחצן.

ב. <u>מתג ויסות עוצמת הרדיו הראשי</u>

זהו גלגל הממוספר בספרות מ-0 עד 9. סיבוב הגלגל ממצב האפס מפעיל את הרדיו. הגדלת הספרות מגבירה את העוצמה. עוצמת הקליטה מבוקרת בכל תא בנפרד, ללא הבדל איזה לוח שולט באותו הרגע.

ג. <u>בוחר מצב פעולה - של הרדיו הראשי</u>

לבוחר שלושה מצבים:

1) CHAN - הרדיו הראשי מכוון לערוץ המופיע בחלון הערוצים.

2) GUARD - הרדיו הראשי מכוון לערוץ מצוקה (243.00).

3) MANUAL - הרדיו הראשי מכוון לתדירות הנבחרת בחלון התדירויות.

ד. <u>בוחר ערוצים וחלון ערוצים</u>

זהו בוחר סיבובי המאפשר בחירה בין 18 ערוצים מכוונים מראש. מספר הערוץ מופיע במקביל בחלון הערוצים ובמחוון ערוצי הרדיו שעל לוח המכשירים (בתנאי שלוח בקרה זה נמצא ברגע זה בשליטה). כאשר הרדיו במצב GUARD או MANUAL, חלון הערוצים מכוסה ועל מחוון ערוצי הרדיו שעל לוח המכשירים מופיעות האותיות G (GUARD) או M (MANUAL) בהתאם.

ה. <u>גלגלי כוונון התדירות וחלון התדירות</u>

בלוח נמצאים ארבעה גלגלים אנכיים. ע"י סיבובם ניתן לבחור את התדירות המופיעה בחלון, ואשר אליה מכוון הרדיו במצב MANUAL. בתפעול רגיל תהיה הסיפרה האחרונה תמיד במצב "0" ולא

ו. <u>כפתור PUSH SET CHAN</u>

כפתור זה משמש לכוונון מראש של התדירות ב-18 הערוצים הנבחרים מראש. ברגע שלוחצים עליו, נכנסת התדירות, המופיעה בחלון התדירות, לערוץ המופיע בחלון הערוצים, ללא הבדל מה היה מכוון קודם. בתפעול רגיל, הכפתור מכוסה במדבקה. במקרה שהמדבקה קרועה, יש הכרח לכוון את כל הערוצים מחדש, כי אי-אפשר לדעת איזה ערוץ השתנה ואיזה לא.

<u>הערה:</u>

כדי לכוון את הערוץ, הרדיו חייב להיות מופעל ובוחר מצב הפעולה צריך להיות במצב CHAN .

ז. <u>בוחר וחלון רדיו הירום</u>

הבוחר מאפשר בחירת 20 ערוצים (מכוונים מראש) ברדיו הירום.

ח. <u>וסת עוצמה של רדיו הירום</u>

הווסת ממוספר מ-1 עד 9, וקובע את הקליטה בהתאם, ללא הבדל איזה לוח נמצא בשליטה באותו הרגע.

ט. <u>כפתורי בחירת ההפעלה</u>

אחד מארבעת הכפתורים צריך להיות לחוץ. אם כולם בחוץ, הרדיו יעבוד על מצב T/R . מעל כל כפתור כתוב איך יעבוד הרדיו הראשי, ומתחתיו - איך יעבוד רדיו הירום.

כפתור	רדיו ראשי	רדיו חירום
T/R ADF	שידור וקליטה. על הערוץ המתאים בהתאם למצב הפעולה.	קליטת ADF הערוץ לפי החלון.
T/R +G AD F	כמו בסעיף 1), בתוספת קליטה על ערוץ מצוקה (243.00)	-"-
ADF+G CMD	קליטת ADF על הערוץ המתאים, בהתאם למצב הפעולה + קליטת ערוץ מצוקה.	קליטה בערוץ לפי החלון
ADF G	קליטת ADF על ערוץ בהתאם למצב הפעולה.	קליטה בערוץ מצוקה (243.00)

<u>הערה:</u>

בכל מקרה שהרדיו הראשי מופעל על מצב ADF, ברגע שלוחצים על כפתור השידור, האנטנות מוחלפות והשידור נעשה דרך האנטנה הרגילה. עם הפסקת הלחיצה חוזרת הקליטה לאנטנת ADF.

בנוסף ללוח הבקרה, מצויים אמצעי הפיקוח הבאים:

י. <u>מחוון ערוצי הרדיו</u>

המחוון נמצא על לוח המכשירים בכל אחד משני התאים, והוא מראה על איזה ערוץ מכוון הרדיו הראשי.

יא. <u>מתג בחירת האנטנה</u>

המתג נמצא בתא הקדמי, בצד שמאל של המצערת, ומאפשר את בחירת האנטנה הרגילה - עליונה או תחתונה. אין למתג זה כל השפעה על אנטנת ADF.

טז-8. מערכת ביות TACAN

א. <u>כללי</u>

מערכת ה- TACAN מבוססת על רשת של תחנות קרקע הנמצאות במרחק כ-150 מייל זו מזו. כל תחנה משדרת בתדירות שונה, וע"י בחירת התדירות של תחנה מסוימת, ניתן לקבל את הכיוון ואת המרחק אליה.

קליטת המכשיר מוגבלת עד לטווח של 196 מייל. מעל זווית הגבהה של 60°, קריאת הכיוון אינה מדויקת, ולכן, מעל כל תחנה קיים קונוס "מת" שהביות בו אינו אפשרי. ברגע שנעילת ה- TACAN אינה יציבה, מופיעים שני דגלונים אדומים במחוון הכדורי ("בול") (בשעה 9.12 של המכשיר). המערכת עובדת בתדירות תא"ג (UHF). ניתן לבחור בה 126 ערוצים בתחום תדירויות של 962 עד 1213 MHz. המערכת פועלת בדיוק רב מאוד (1° בכיוון, 0.5 מייל במרחק).

המכשיר נמצא בתוך המכלול הכללי של קשר זיהוי וביות. יש לו שתי אנטנות - אחת על גב המטוס באמצע, והשניה - על דלת הגלגל הקדמי. ההחלפה בין שתי האנטנות נעשית באופן אוטומטי. האנטנה המקבלת עובדת תמיד באות חזק יותר. קריאת ה- TACAN מועברת למכשיר HSI שבתא הקדמי, ולמכשיר BDHI שבתא האחורי. הסבר מפורט על פעולת המכשירים ניתן למצוא בפרק "מכלול מחווני ההטסה".

ב. <u>בקרה ופיקוח</u>

תפעול המערכת נעשה באמצעות לוחות הבקרה הנמצאים בכל אחד משני התאים - מאחורי לוח הבקרה של הרדיו. בחירת השליטה בין שני הלוחות היא ע"י לחצן

הנמצא על לוח הבקרה של הרדיו (אחד בכל תא) בפינה הימנית העליונה.
כל לחיצה על אחד משני הלחצנים מחליפה את השליטה מלוח אחד לשני. מנורה ירוקה הנמצאת ליד הלחצן תידלק בתא שבו נמצאת השליטה.

<u>בלוח הבקרה נמצאים אמצעי הבקרה הבאים:</u>

1) <u>בוחרי ערוצים</u>
אלה הם שני בוחרים סיבוביים המאפשרים בחירת ערוצי ה- TACAN בין 1 ל-126. הערוץ הנבחר מופיע בחלון הערוצים.

2) <u>וסת עוצמה של קליטת אותות התחנה</u>
פעולתו של וסת העוצמה נפרדת בכל תא, ואינה קשורה בבחירת השליטה בין שני לוחות הבקרה.

3) <u>מתג הפעלה</u>
למתג ארבעה מצבים כדלקמן:

א) במצב OFF - המערכת אינה פועלת.

ב) במצב REC - המערכת רק קולטת, ניתן לקבל רק קריאות כיוון לתחנות קרקע.

ג) במצב T/R - המערכת קולטת ומשדרת. ניתן לקבל קריאות כיוון ומרחק לתחנות קרקע.

ד) מצב A/A - אינו בשימוש.

ג. <u>מגבלות</u>
המערכת מודדת את המרחק האלכסוני מהמטוס אל התחנה (קו ראייה).
במרחקים גדולים, המרחק האלכסוני מזדהה עם המרחק הקרקעי, אך בטווח קצר ובגובה רב, תיווצר טעות מסוימת. בגלל מבנה המכשיר, עלולה להיווצר טעות שיטתית של 40° בכיוון מהתחנה. ניתן לאתר שגיאה זו ע"י נסיון בתפעול, וניתן להתגבר עליה ע"י שינוי התדירות ובחירה מחודשת של התחנה.
במצב גלגלים מטה, עלולים להיות זיופים בקריאת האנטנה התחתונה (ודווקא היא צריכה לעבוד בגישה הסופית). יש לוודא את מהימנות הקריאות בעזרת ה-מכ"מ ואמצעי הקרקע.

טז-9. מערכת ה-זע"ט

א. <u>כללי</u>
מערכת ה-זע"ט מאפשרת זיהוי המטוס על מסך ה-מכ"מ של תחנה קרקעית בשלושה אופנים שונים.
ה-זע"ט פועל על עיקרון של שאלה ותשובה. המטוס מקבל מתקף (פולס) מתחנה קרקעית, ואם הצופן מתאים, הוא משיב תשובה המופיעה כפס או פסים הצמודים להד המטוס על המסך.
מערכת ה-זע"ט מהווה חלק ממערכת CNI, והיא פועלת בתחום תדירות של 1060 MHz בשידור מהקרקע למטוס, ובתחום תדירות של 1090 MHz מהמטוס אל הקרקע. למערכת אנטנה השקועה בגב המטוס, אחרי התא האחורי.

ב. <u>אופני פעולה</u>
המערכת פועלת באופני הפעולה (מודים) הבאים:

1) <u>MOD - 1</u> (זיהוי עמית טורף)
מוד זה הוא אחיד לכלל ח"א ומתחלף מדי יום-ביומו. הוא מופיע על מסך הבקרה כפס צר אחד, ליד הד המטוס.

2) <u>MOD - 2</u> (זיהוי מיוחד של כל מטוס)
מוד זה קבוע, ושונה בין מטוס למטוס.

לתחנת הבקרה יש ספר שבו רשומים הקודים של כל מטוסי החיל, כך שתחנה יכולה להבחין בין מטוס למטוס. מוד זה אינו בשימוש בדרך כלל.

3) <u>MOD - 3</u> (זיהוי מבצעי)

מוד זה משתנה מטיסה לטיסה, וכל המבנה משתמש בו. הוא מופיע על מסך הבקרה כפס צר אחד. ביחד עם מוד 1 מתקבל פס אחד רחב.

4) <u>MOD-C</u> (לא בשימוש)

מוד זה מאפשר קריאת גובה דו-זמנית עם זיהוי המטוס.

5) <u>MOD - 4</u> (לא בשימוש)

במוד זה משמש המטוס מעין תחנת הגברה למברקים מוצפנים מתחנת בקרה אחת לאחרת.

6) <u>אופני פעולה נוספים</u>

א) <u>זיהוי</u> - קיים זיהוי שעם הפעלתו מתקבלים שני פסים ליד המטוס ("תוכי לזיהוי").

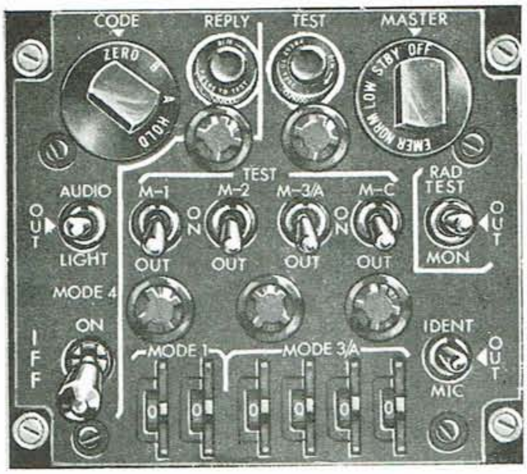
ב) <u>חירום</u> - ניתן להפעלה בעזרת המתג הראשי, או ע"י קביעת 77 במוד 3, או גם באופן אוטומטי בנטישה. באופן חירום מתקבלים ארבעה פסים ליד הד המטוס ואזהרה קולית.

ג) <u>MOD 3 - 76</u>

מצב זה של מוד 3 נותן גם הוא אזהרה קולית, ומופיע בצורת שני פסים המתריעים על תקלת קשר.

ג. <u>לוח הבקרה</u>

לוח הבקרה של מערכת ה-זע"ט נמצא בתא הקדמי על מדף. הלוח כולל:



1) <u>מתג הפעלה (MASTER) בעל 5 מצבים:</u>

א) מצב OFF - המערכת כבויה.

ב) מצב STBY - המערכת פועלת, אבל הקליטה הסומה, ולכן גם אין שידור חוזר החוצה.

ג) מצב LOW - המערכת פועלת בעוצמה נמוכה.

ד) מצב NORMAL - פעולה רגילה.

ה) מצב EMER - מוד 3 עובר אוטומטית לשידור על 77.

<u>הערות:</u>

א) כדי להעביר את המתג למצב OFF-EMER יש למשוך את המתג.

ב) מערכת ההשהייה מונעת פעולת המכשיר עד דקה לאחר הפעלתו לצורך חימום.

2) <u>מתגי בדיקה (4 מתגים: M - 1, M - 2, M - 3, M-C)</u>

לכל אחד מהמתגים שלושה מצבי פעולה: OUT, ON, ו- TEST.

כדי שהמערכת תפעל, המתגים צריכים להיות על מצב ON. מצב TEST הוא מצב קפיצי המדליק מנורה ירוקה, אם התשובה היא חיובית. מתג הבדיקה של MOD-C אינו בשימוש מצב TEST של MOD-1 גם הוא אינו בשימוש. (המתג מחובר באופן קבוע במצב ON). מתג הבדיקה MOD-4 - בעל שלושת המצבים (RAD TEST, OUT ו- MON אינו בשימוש. בטיסה, הוא נמצא במצב OUT.

3) <u>מתג זיהוי</u>

המתג נמצא בצד ימין תחתון של הלוח, ולו שלושה מצבים כדלקמן:

א) מצב IDENT - (תוכי לזיהוי) - לחיצה רגעית עליו נותנת סימן זיהוי למשך 15 עד 30 שניות.

ב) מצב OUT - אין סימני זיהוי.

ג) מצב NIC - כל לחיצה על לחצן השידור נותנת סימן זיהוי.

4) <u>גלגילות קודים</u>

בלוח הבקרה מצויות שש גלגילות המיועדות לבחירת הקודים. השתיים השמאליות הן עבור מוד-1, ומאפשרות 32 צירופים שונים (מ-00 עד 73). 4 הגלגילות הנותרות הן עבור מוד-3, והשתיים הימניות אינן בשימוש. השתיים השמאליות מבין הארבע מאפשרות 64 צירופים שונים (מ-00 עד 77).

5) <u>מתגי מוד-4</u>

בנוסף על מתג הבדיקה למוד-4, נמצאים עוד שלושה מתגים ומנורה. כאמור, מוד זה אינו בשימוש.

<u>הערה:</u>

בחירת הקוד למוד-2 נעשית ע"י צוות הקרקע. קיימות 4092 אפשרויות שונות בין 0000 ל-7777.

ד. <u>הערות הקשורות בתפעול מערכת קשר זיהוי וביות</u>

1) בגלל מגבלת חימום המערכת, מותר להפעיל אותה על מתח חיצוני (ללא קירור) רק 10 דקות בשעה. הפעלתה על מתח חיצוני ניתנת רק לאחר לחיצה על מתג CNI (קפיצי) בבית גלגל שמאל.

2) קירור המערכת נעשה ע"י מערכת קירור המכשירים (מערכת מקבילה למיזוג האוויר בתא). הפסקת פעולת המערכת תסומן ע"י הידלקות מנורת CNI COOLING OUT בשני התאים.

אם נדלקת המנורה, ניתן לנסות להחזירה לפעולה (אחרי 15 שניות) בעזרת לחצן ההפעלה מחדש הנמצא על מדף ימין בתא הקדמי, לפני ידית הפסקת הדיהוס.

3) המערכת מוגבלת עד גובה 60,000 רגל בגלל צפיפות האוויר. מעל גובה זה, צריך להפסיק את פעולתה.

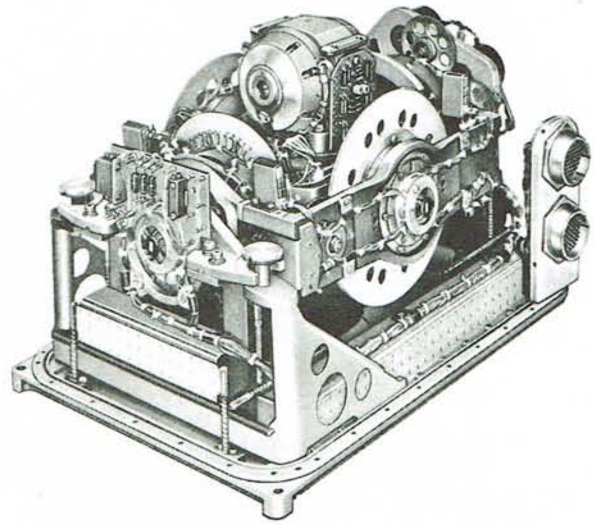
ה. <u>מקורות כוח למערכת</u>

המערכת עובדת על זרם חילופין מפס צבירה ימין ומכשירים, בעוד שהממסרים עובדים על זרם ישר. במקרה של תקלות בזרם ישר, תהיה פעולת המערכת מוגבלת. סימן מובהק לכך הוא שהשליטה על הרדיו תעבור אוטומטית ללוח הבקרה שבתא הקדמי. לחיצי המערכת נמצאים כולם בלוח הלחיצים מס' 4, בצד שמאל של התא האחורי.

פרק יז

מרכז אינרציאלי

יז-1. כללי



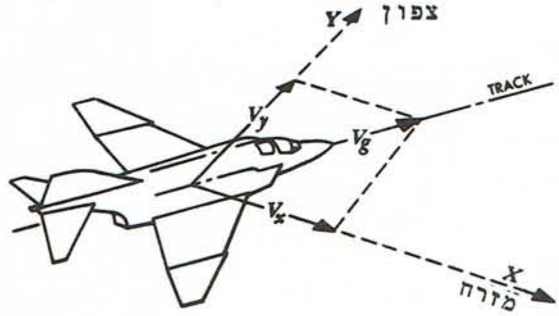
המערכת האינרציאלית המותקנת במטוסי קורנס F-4E היא מדגם LN-12D מתוצרת ביהח"ר LITTON. המערכת משמשת בתפקידים הבאים:

א. כמערכת הניווט הראשית במטוס - ובתור שכזו היא מספקת נתונים למערכות השונות במטוס. בפעולה תקינה, היא מספקת נתונים על מצב-הטיסה, הכיוון, המהירות, הנתיב ומרחק מצטבר שעבר המטוס.

ב. כמרכז ג'ירו ראשי במטוס - לאספקת נתוני גלגול, עלרוד וכיוון.

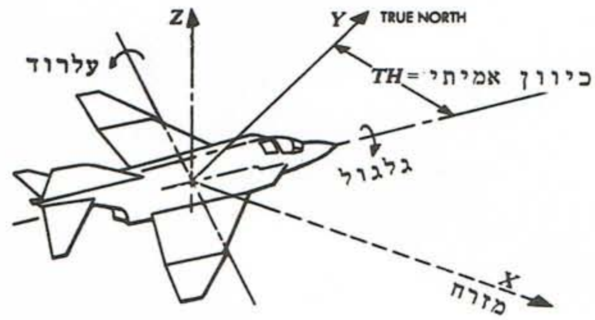
המערכת היא עצמאית לחלוטין, קלת משקל, ומסוגלת לעבוד בכל תחום הטיסה של המטוס. היא אינה נזקקת לגורמים חיצוניים לצורך פעולתה ואינה משדרת קרינה אל מחוץ למטוס. דבר זה מונע כל אפשרות להפרעה או לגילוי מבחוץ;

מהירות קרקע



רכיבי מהירות הקרקע נמדדים ע"י מערכת LN-12 לאורך הצירים X ו-Y. רכיבים אלה Vx ו-Vy כוללים את כל הגורמים ה-משפיעים על המטוס, לרבות רוח, השפעות טמפרטורה ותאוצת המטוס. נתון מהירות הקרקע (Vg) מועבר ישירות לתצוגת המטוס.

מצב טיסה



הכיוון האמיתי של המטוס נמדד כזווית האופקית שבין ציר האורך של המטוס לצפון של הפלטפורמה. זוויות בצירי הגלגול והעלרוד נמדדות בתחום זווית של 15 דקות, ע"י משדרי סינכרו הנמ-צאים על הפלטפורמה וע"י מסגרות סביבוני הגלגול והעלרוד.

יז-2. עיקרון פעולה

פעולת המערכת מבוססת על שלושה מדי תאוצה המכוונים באופן מדויק לשלושת המישורים, והקבו-עים לפלטפורמה המיוצבת ג'ירוסקופית. צירוף שלוש התאוצות נותן את המהירות והמרחק המצטבר. המערכת היא אנליטית ביסודה, אך מקבלת תיקוני ייחוס לכדור הארץ, ההופכים אותה לסמי אנליטית. למערכת טעות מצטברת לטווח ארוך, דיוקה בערוץ הגובה אינו מספיק, והיא רגישה לתנועות סיבוביות קבועות.

היא מקבלת מתח של Vac 115 מפס-הצבירה של המכשירים, ושולטים עליה חמישה לחיצים הנמצאים בלוח מס׳ 2.

יז-3. מרכיבים עיקריים של המערכת

א. <u>מבנה</u>

המערכת מורכבת מארבע היחידות העיקרית הבאות:

1) פלטפורמה מיוצבת ג׳ירוסקופית (Gyro Stabilized Platform).

2) מחשב (Navigation computer).

3) יחידה לאספקת נתונים (Output Signal Distribution Unit).

4) לוח בקרה (Inertial Navigation control).

ב. <u>פלטפורמה מיוצבת ג׳ירוסקופית (ASN-74)</u>

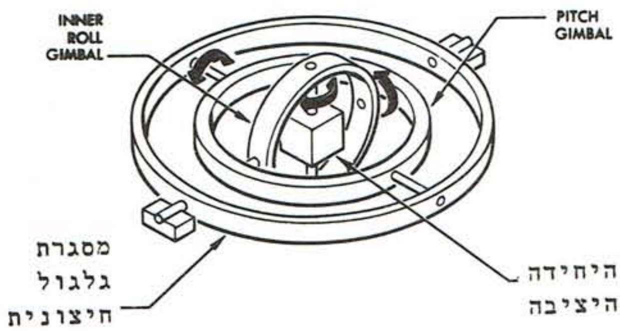
הפלטפורמה נמצאת בתא האחורי, בצד ימין של כיסא הנווט. תפקידה לבודד את שלושת מדי-התאוצה המורכבים עליה ממצב הטיסה של המטוס, ולשמור על האנך המקומי ועל הכיוון לצפון האמיתי. הפלטפורמה מיוצבת על-ידי שני סביבו-נים, ותלויה בתלייה קרדנית בת ארבע דרגות חופש (ארבע ולא שלוש, כדי למנוע את נעילת מסגרת הגלגול בעת שהמטוס מתמרן ב~~עלרוד~~ במישור האנכי.

1) <u>הסביבונים</u>

הסביבונים תלויים בתלייה בת שתי דרגות חופש ונמצאים ב- 90° אחד ביחס למשנהו. תפקיד הסביבונים לתת לפלטפורמה את פקודות הייצוב והייחוס ביחס לכדור הארץ. כל תנועה של המטוס יוצרת תנועה של אחד הסביבו-נים יחסית למטוס, וקריאת כמות תנועה זו מועברת כזרם תיקון למנועי הסרוו לאיפוס הפלטפורמה.

הסביבונים מקבלים פרצסיה חישובית לתיקון, בהתחשב בסיבוב כדור הארץ ובתנועת המטוס.

תלייה קרדנית טיפוסית

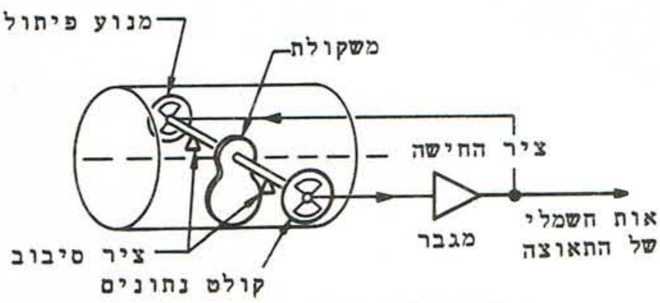


הג׳ירו מבודד את המרכיבים המיוצבים משינויים במצבי הטיסה של המטוס. מסגרת הגלגול הפנימית היא להלכה מיותרת, אך למעשה היא מונעת תפיסת (היתקעות) הג׳ירו בתמרונים קיצוניים.

2) <u>מדי התאוצה</u>

על הפלטפורמה מורכבים שלושה מדי תאוצה המוצבים בדייקנות רבה לאורך שלושת הצירים - צפון - דרום (Y), מזרח - מערב (X) והאנך המקומי (Z). מדי התאוצה זהים מבחינת המבנה שלהם, והם בנויים על-פי העיקרון של משקולת מטוטלת הנעה כנגד קפיץ. הקפיץ הוא סליל חשמלי המתכווץ ומתארך בתוך שדה מגנטי. שינוי השטף בסליל יהיה יחסי אם-כן, למידת התאוצה המניעה את המשקולת. הזרם הנוצר עם שינוי השטף הוא זרם קריאה, ומוחזר כזרם פיתול המחזיר את מדי התאוצה לאפס.

מד תאוצה מקוזז ע"י מנוע



כדי להגיע לרגישות דיוק מירבית, נמצאים הסביבונים ומדי התאוצה בתוך נוזל בעל טמפרטורה קבועה של 71°C. מדי התאוצה תלויים על צירי יהלום סיכתיים הבנויים בצורת מזלג אקוסטי הנמצא בתהודה מתמדת.

ג. <u>המחשב</u>

המחשב הוא חלק אינטגרלי של מחשב הניווט ומש-מש את שתי המערכות - המערכת האינרציאלית ומערכת הניווט. הוא מכיל בתוכו את כל המעגלים האלקטרוניים לייצוב הפלטפורמה ולאיפוס שוטף של מדי התאוצה והסביבונים, וכן את מעגל הייחוס לכדור הארץ, ואת ספק הכוח למגברים השונים. המחשב כולל את מעגלי החישוב הבאים:

1) מעגל איפוס הפלטפורמה לאנך המקומי.
2) מעגל הכיוון לצפון האמיתי.
3) מעגל תיקון לסיבוב כדור הארץ.
4) מעגל לחישוב מהירות הקרקע והמרחק המצטבר - חישוב זה נעשה בעזרת שני אינטגרטורים. האינטגרטורים הם יחידות חשמליות - מיכניות המכפילות אות מסוים בזמן. ע"י הכפלת מקדם התאוצה בזמן, מתקבלת מהירות הקרקע. הכפלת מהירות הקרקע בזמן, נותנת את המרחק.

המחשב אחראי כמו-כן לאיפוס הפלטפורמה לפני הטיסה.

ד. <u>היחידה לאספקת נתונים - ASN - 63</u>

היחידה לאספקת נתונים כוללת בתוכה את כל מנועי הסרוו המספקים נתונים מהמחשב החוצה. הנתונים שמספקת היחידה הם:

1) מהירות הקרקע (Vg).
2) רכיב צפון - דרום של מהירות הקרקע (Vy).
3) רכיב מזרח - מערב של מהירות הקרקע (Vx).
4) רכיב אנכי של המהירות (Vz).
5) מהירות כללית (Vt).
6) גובה מיוצב (Hsl).
7) זווית נסיקה (Qc).
8) כיוון אמיתי
9) נתיב קרקעי
10) סחיפה (d).
11) נתוני גלגול ועלרוד למחוון הכדורי הקדמי.

היחידה מספקת נתונים למחשב ההפצצה, למחוונים המצפניים (HSI , BDHI) ל-מכ"מ ולכוונת.

ה. <u>לוח הבקרה</u>

לוח הבקרה נמצא במדף הימני של התא האחורי, ומשמש להפעלה ולאיפוס של המערכת האינרצי-אלית.



<u>הלוח כולל:</u>

1) מתג איפוס והפעלה בעל ארבעה מצבים: OFF , STBY , ALIGN ו-NAV .
2) בוחר שיטת האיפוס בעל שני מצבים - HDG MEM (Heading memory) ו-"GYRO COMP" (gyro compassing) מכסה אדום שומר את הבוחר במצב תחתון GYRO COMP .
3) מנורת חימום צהובה - הנמצאת בצד ימין של הלוח, והדולקת עד אשר מגיע הנוזל שבתוכו נמצאים הסביבונים ומדי התאוצה לטמפרטורה של 160°F (71°C) בתוספת 110 שניות השהייה. המנורה דולקת רק במצבים STBY ו- ALIGN .
4) מנורת איפוס ירוקה דולקת בשלב הסופי של האיפוס באור קבוע או מנצנץ. המנורה דולקת רק במצב ALIGN .

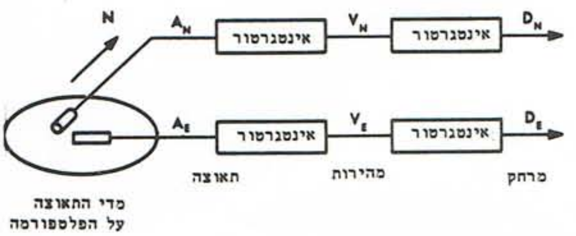
יז-4. עקרונות הפעולה של המערכת

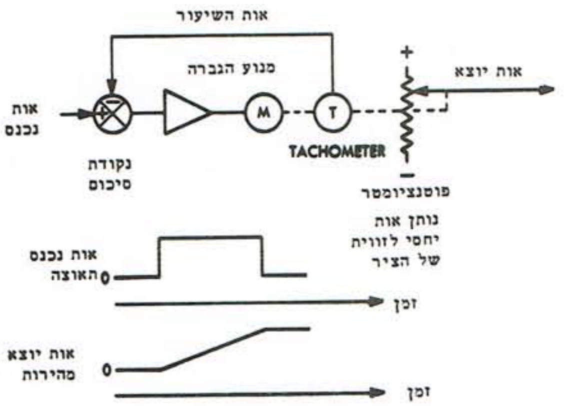
א. <u>מדידה</u>

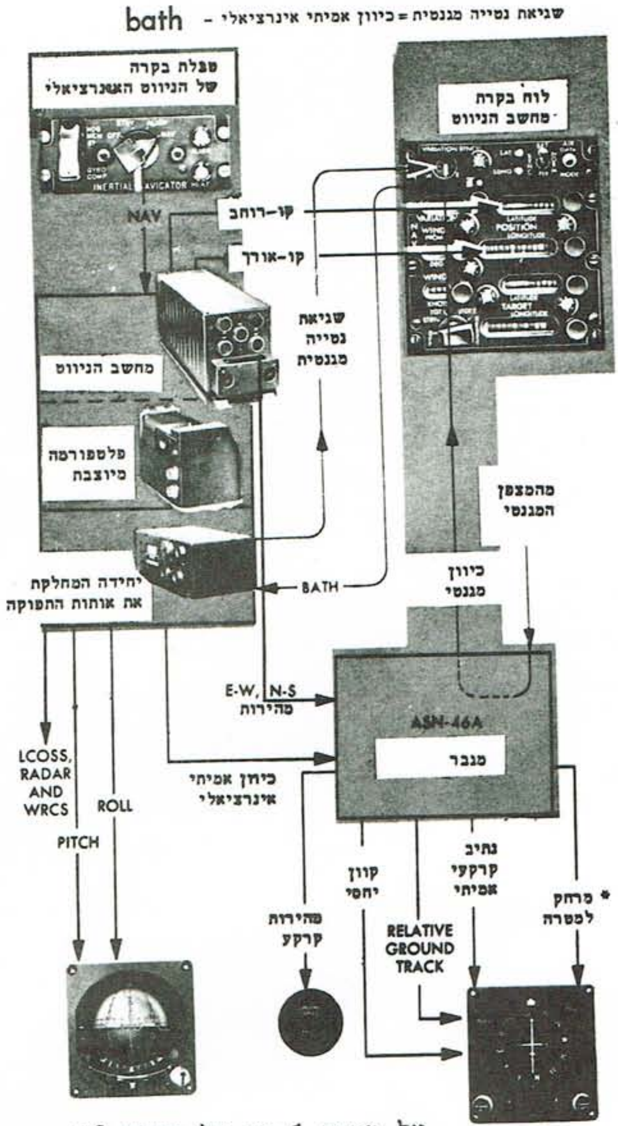
1) יחידת המדידה הבסיסית במערכת האינרציאלית היא מד-התאוצה (Accelerometer), המודד את תאוצת המטוס. המערכת כוללת 3 מדי תאוצה המודדים את תאוצות המטוס סביב שלושה צירים - ציר צפון-דרום, ציר מזרח-מערב, וציר האנך המקומי.

2) ע"י אינטגרציה של התאוצה (הכפלת התאוצה במשך זמן פעולתה), מקבלים את מהירות הקרקע בכל אחד מהצירים. פיתרון משולש המהירויות מספק לנו את הנתיב, את מהירות הקרקע לאורך הנתיב, ואת הסחיפה.

אינטגרציה של המהירות מספקת את המרחק שביצע המטוס. נתון זה מסופק בשני הצירים האופקיים לעדכון הקואורדינציות של המיקום העכשווי בטבלת מחשב הניווט. מהירות הקרקע מסופקת למחוון שבתא האחורי.





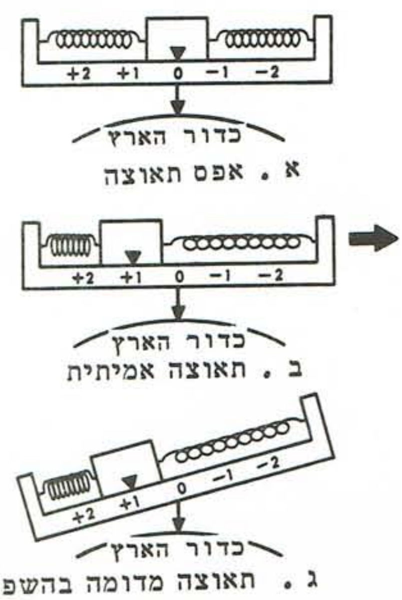


אל מטרה 1 או אל מטרה 2 *

תפוקות המערכת האינרציאלית במוד ניווט

3) היות ומדי התאוצה מדויקים מאוד, הטעות במהירות המצטברת היא קטנה (כ-4 עד 5 קשר בשעה). מדי התאוצה חייבים להיות אופקיים לחלוטין, אחרת הם ימדדו רכיב של כוח משיכת כדור הארץ. למד-התאוצה האנכי משמש כוח זה כאפס (0 = 1g).

מדי התאוצה מורכבים על פלטפורמה המבודדת אותם ממצב הטיסה של המטוס. מאחר שאנו מעוניינים לשמור על אופקיות מתמדת של מדי התאוצה ביחס לכדור הארץ, יש להכניס למערכת תיקונים מתאימים.

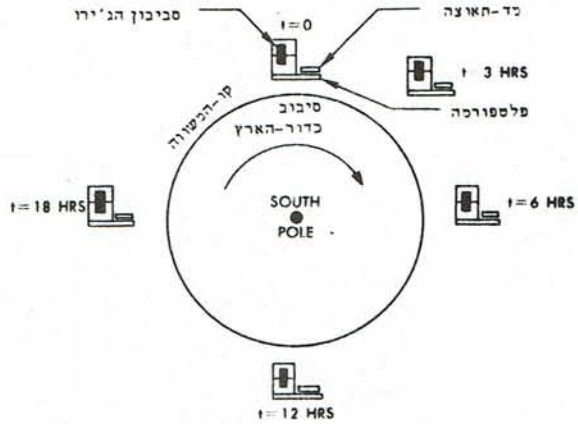


ג. תאוצה מדומה בהשפעת כוח הכובד

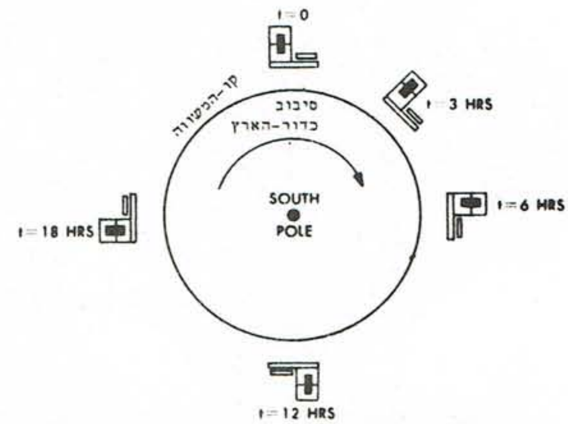
ב. <u>תיקוני ייחוס לכדור הארץ</u>

1) <u>לסביבונים:</u>

א) <u>תיקון לסיבוב כדור הארץ (Earth Rate)</u>



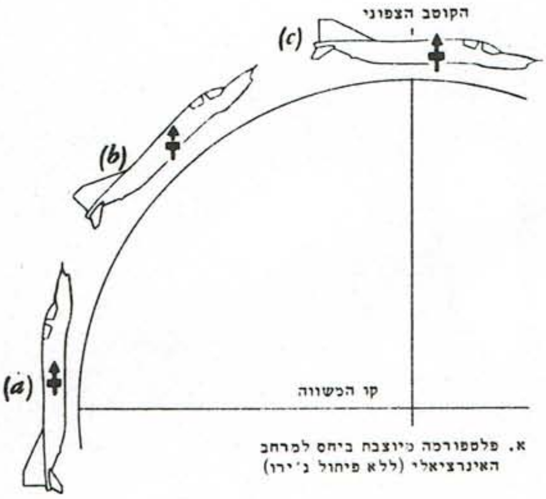
א. ג'ירו ללא תיקון לסיבובי כדור-הארץ



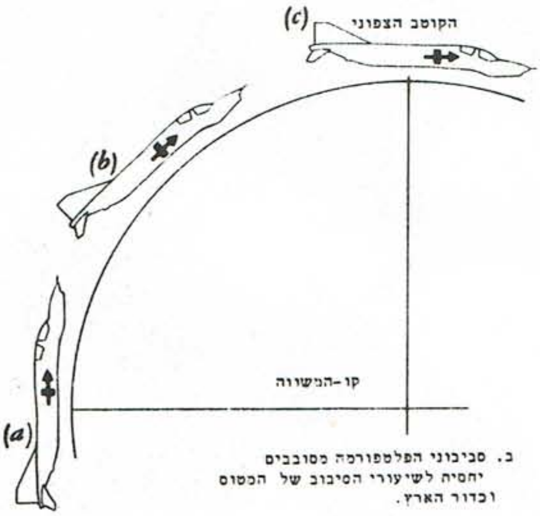
ב. ג'ירו עם תיקון לסיבובי כדור-הארץ

תיקון זה נועד כדי לשמור על האנך המקומי של הפלטפורמה, המשתנה עם סיבוב כדור הארץ ויוצר פרצסיה בסביבון. כדי לתקן את הטעות הזו, מספקים זרם תיקון קבוע למנועי הפיתול של סביבוני הפלטפורמה, הנותן להם פרצסיה נגדית לפרצסיה המדומה של תנועת כדור הארץ. על עוצמת זרם התיקון מפקח המחשב, הקובע את כיוון התיקון ואת גודלו בהתאם לרוחב הגיאוגרפי שבו נמצא המטוס, אותו הוא מקבל מהמיקום העכשווי של המטוס באותו הרגע (סטיית גלגול המערכת יחסית ל- COS LAT, וסטיית הסבסוב יחסית ל- sin LAT).

ב) <u>תיקון לתנועת המטוס (transport rate)</u>



א. פלטפורמה מיוצבת ביחס למרחב האינרציאלי (ללא פיתול ג'ירו)



ב. סביבוני הפלטפורמה מסובבים יחסית לשיעורי הסיבוב של המטוס וכדור הארץ.

תנועת המטוס סביב כדור הארץ יוצרת טעות דומה לזו של סיבוב כדור הארץ. על-מנת לשמור על האנך המקומי, יש לתת תיקון מחושב לסביבוני הפלטפורמה שיהיה יחסי למהירות המטוס, לכיוון ולגובה הטיסה. מידת התיקון היא $V/R + h$. כאשר R הוא רדיוס כדור הארץ.

2) <u>תיקוני ייחוס למדי התאוצה</u>

א) <u>פיצוי לסיבוב כדור הארץ</u>

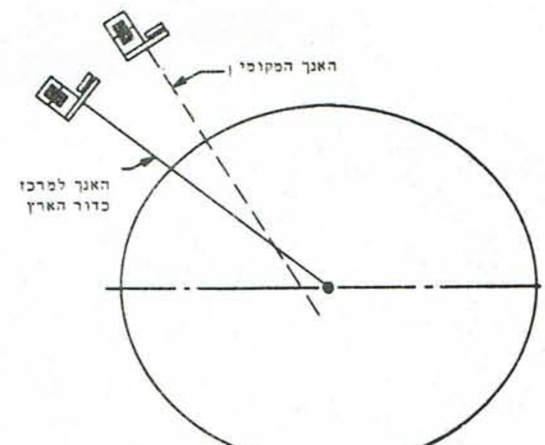
עם סיבוב כדור הארץ, מד התאוצה המוצב בכיוון מזרח-מערב חש מד-התאוצה את הכוח הצנטריפוגלי אותו צריכים לפצות. מידת התיקון תלויה בקו הרוחב.

ב) <u>פיצוי לכוח קוריוליס</u>

עם סיבוב כדור הארץ נוצרת תאוצה מדומה במערכת, המשתנה בהתאם לקו הרוחב. כוח זה מפוצה על-ידי זרם תיקון חישובי, הניתן למדי התאוצה האופקיים.

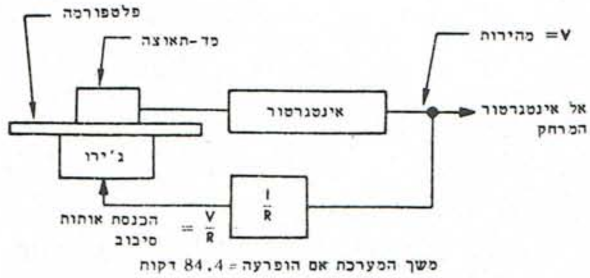
ג) <u>פיצוי לפחיסות כדור הארץ</u>

בגלל פחיסות כדור הארץ, לא יהיה האנך המקומי מתאים לאנך האמיתי לכדה"א. גורם זה מחושב בהתאם לקו הרוחב ונכנס כתיקון לגורם רדיוס כדור הארץ בתיקונים השונים.

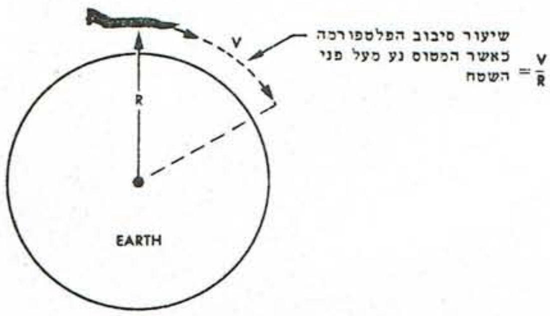


ד) <u>מטוטלת שולר (Schuler pendulum)</u>

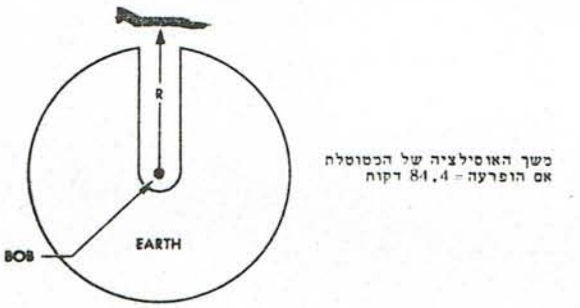
מסיבות טכניות, אי אפשר להגיע לדיוק מוחלט של איפוס הפלטפורמה לאנך המקומי. כדי לתקן את הטעות הנוהרת, מכני-סים זרם תיקון למנועי הסרוו. זרם זה נקבע ע"י כעין מטוטלת ארוכה שאורכה כאורך רדיוס כדור הארץ.



א. מעגל מחשב שולר



ב. המערכת בכינון שולר

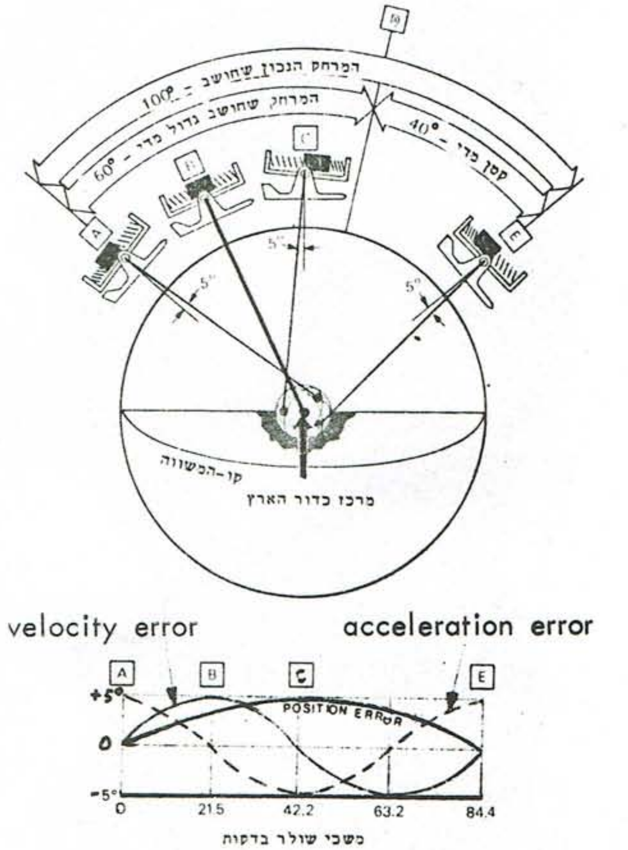


ג. מטוטלת שולר

הזרם מכניס את הטעות הנוהרת לתנודות קבועות שזמן המחזור שלהן שלהן קבוע בכל מקום מעל-פני כדור הארץ. משך המחזור של מטוטלת זו, הנקראת מטוטלת שולר, הוא 84.4 דקות = $T = 2\Pi \frac{r}{g}$. תיקון זה אינו תלוי בגודל הטעות הראשונית, והוא מאפס את התאוצה ואת המהירות אחת ל-42.2 דקות בהפרש מופע של 21.1 דקות, ואת סה"כ המרחק שעבר המטוס אחת ל-84.4 דקות.

את הטעות של התאוצה a, של המהירות V, ושל הדרך S, לזמן המחזור נראה בטבלה ובגרף הבאים:

זמן	תאוצה	מהירות	מרחק
0	+ a	O	O
21.1	O	+ V	+ S/2
42.2	- a	O	+ S
63.3	O	- V	+
84.4	+ a	O	



יז-5. תפעול

המערכת האינרציאלית היא מערכת עצמאית לחלוטין, ואין לטייס שליטה על פעולתה. כל הנדרש מהטייס הוא לבצע איפוס מדויק לפני הטיסה, ומעקב תוצאות במהלך הטיסה. ככל שהאי-פוס הראשוני מדויק יותר, כן גדלים סיכויי המע-רכת לספק נתונים מדויקים יותר. מעקב מסודר אחר התוצאות מאפשר איתור תקלות הוזרות.

יז-6. איפוס המערכת

א. איפוס תיאורטי

האיפוס הראשוני של המערכת נועד כדי להביא את הפלטפורמה לידי כיוון מדויק לצפון האמיתי ולאנך המקומי. לשם כך, יש לבצע את הפעולות הבאות לפי הסדר הבא:

1) חימום (HEATING)

פעולת המערכת תהיה מדויקת ביותר בטמפרטורה נתונה של הסביבונים ושל מדי התאוצה. טמפרטורה זו היא 160°F או 71°C. הפעולה הראשו-נית לאיפוס המערכת תהיה, אם-כן, חימומה, המתבצע בקצב של 20°F (9°C) בדקה. למערכת החימום יש השהייה של 110 שניות לאחר הבאת הנוזל, שבתוכו נמצאים הסביבונים ומדי התאוצה, לטמפרטורה המתאימה, וזאת, כדי לאפשר לחום הנוזל להתפשט אל המתכות שבתוכן הוא נמצא. המערכת תמשיך להתחמם גם אם יופסק האיפוס לפני הגעת המערכת לטמפרטורה הנכונה. המערכת תתחמם עד לטמפרטורה זו ותשמור על חומה, אך תיווצר טעות כיוון מפני שהמערכת אופסה בטמפרטורה קרה.

2) יישור ראשוני וכיוון לצפון חישובי (Coarse alignment and Bath alignment)

לאחר כיבוי המערכת, היא נמצאת במצב בלתי מוגדר. היישור הראשוני מביא את צירי המערכת כך שיחפפו את צירי הגלגול והעלרוד של המטוס. בכיוון, מתכווננת המערכת אל הצפון החישובי, כשהיא מצרפת את נתוני המצפן ואת הנטייה המגנטית שאותה היא מעתיקה ממחשב הניווט. הדיוק לצפון החישובי ביישור הראשו-ני מגיע ל- ±1°. בשלב זה מתאפסים מדי התאוצה, והוא נמשך 60 שניות.

3) יישור עדין (fine levelling)

לאחר היישור הראשוני, בא היישור לאנך המקומי. בשלב זה מודדים מדי התאוצה האופקיים את כוח המשיכה של כדור הארץ. הם מוסרים, בהתאם, זרמי תיקון לסביבוני הפלטפורמה, המאזנים אותה עד שמדי התאוצה חדלים להרגיש את כוח הכובד.
בנוסף לאיזון הפלטפורמה לפי האנך המקומי, היא מתכווננת לצפון החישובי בדיוק של $\pm 1/6^\circ$. בסוף שלב זה, הנמשך 75 שניות, מאוזנת הפלטפורמה סופית, ומכוונת לצפון החישובי שקרבתו לצפון האמיתי תהיה בהתאם לדיוק הנטייה המוכנסת למחשב.

4) איפוס לצפון האמיתי
(Gyro Compassing)

התיקון לצפון האמיתי יכול להעשות ע"י התיקונים הניתנים למנועי הפיתול של סביבוני הפלטפורמה כתוצאה מתנועת כדור הארץ. תיקונים אלה נמסרים בהתאמה לסביבון הגלגול ולסביבון הסבסוב בהתאם לרוחב הגיאוגרפי שבו טס המטוס. כאשר המערכת אינה מאופסת לצפון האמיתי, ירגיש סביבון הגלגול חלק מהתיקון הנמסר לסביבון הסבסוב, ולהיפך. כתוצאה מכך לא יהיו התיקונים שתקבל הפלטפורמה, בהתאמה לתנועת כדור הארץ, והיא תיכנס להטייה ע"י זרמים חשמליים הנקבעים ע"י מדי התאוצה. בעקבות ההטייה יימסר במצב זה למסגרת האזימות כוח תיקון אשר יסובב את הפלטפורמה עד להתייצבותה בכיוון הצפון האמיתי.

5) זיכרון הכיוון (Heading Memory)

כאשר המערכת מאופסת, ניתן לכבות אותה במצב "HDG MEM". במצב זה ננעל ממסר הכיוון ב- OSDU (יחידת ממסר נתונים של מערכת אינרציאלית) במצבו האחרון, כלומר מכוון לצפון האמיתי. בהפעלה מחדש, נקבל מחדש את הכיוון האמיתי לצפון במדוייק, תוך עקיפת שלב החיפוש והתכווננות של הפלטפורמה. במצב זה עוקפים גם את ממסר ההשהייה של החימום. אין להזיז את המטוס משלב הכיבוי ועד גמר האיפוס מחדש.

ב. איפוס מעשי

1) איפוס מלא (Gyro Compassing)

האיפוס המלא הוא האיפוס הנורמלי של המערכת. זוהי צורת האיפוס הממושכת ביותר, אך גם המדויקר ביותר. לצורך הפעלת המערכת, דרוש זרם חילופין חיצוני (כשמפסק המכ-שירים מופעל) או פנימי. אין לעבור מזרם חיצוני לפנימי או לגרום לזעזוע חשמלי אחר, וכמו-כן, אין להזיז את המטוס כאשר מתג ההפעלה נמצא במצבים STBY או ALIGN .
סדר הפעולות:

א) הכנסת המיקום העכשווי למחשב הניווט.
ב) השוואת מצפן המטוס למצפן החירום והכנסת הנטייה למחשב הניווט בהתאם.
ג) הפעלת מחשב הניווט למצב כלשהו מחוץ ל- OFF .
ד) הפעלת המערכת האינרציאלית מ- OFF ל- STBY .

לאחר הפעלת המערכת למצב STBY מתרחשות הפעולות הבאות:

ה) שלב החימום ל- 71°C מתחיל בקצב של 9°C בדקה ונדלקת מנורת החימום. למנורה השהייה של 110 שניות,לאחר הגעת הנוזל

לטמפרטורה הנכונה.

ו) המערכת מעתיקה את נתוני המיקום העכשווי ואת הנטייה, שהוכנסו לטבלת המחשב.

ז) מתחיל שלב היישור הראשוני לצירי המטוס ולצפון החישובי, הנמשך 60 שניות.

ח) מהירות הקרקע יורדת ל-000.

ט) העברת המתג ממצב STBY ל- ALIGN .

לאחר המתנה עד שמהירות הקרקע תרד ל-000 (ב-3 שניות), מתבצעות הפעולות הבאות:

י) עם סיום היישור הראשוני (60 שניות) מתחיל מייד היישור העדין והכיוון המדויק לצפון החישוב - BATH . שלב זה נמשך 75 שניות (כל זה תוך כדי התחממות המערכת).
בסיום שלב זה, המערכת מאופסת לאנך המקומי ולצפון החישובי בדיוק של ±1/6, והמנורה הירודה נדלקת.

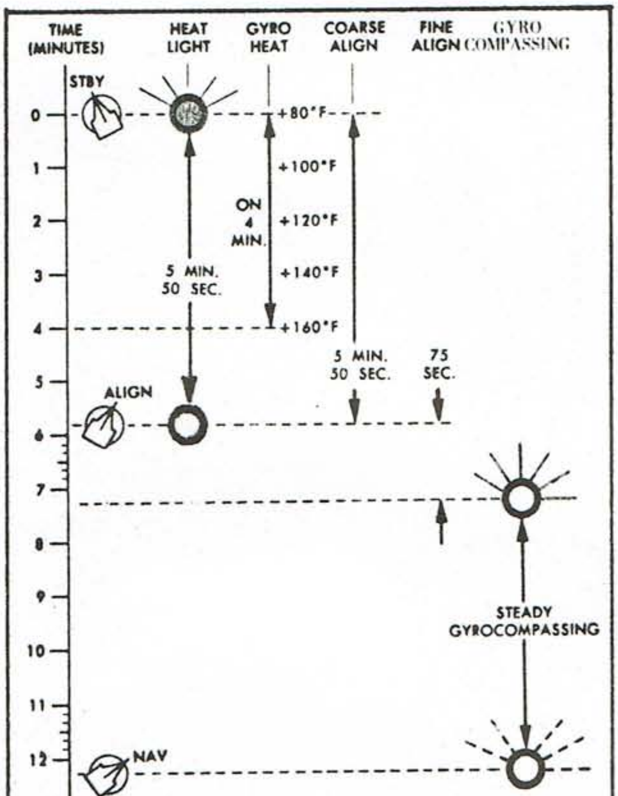
יא) עם סיום החימום (+ 110 שניות), נכבית המנורה הצהובה ומתחיל שלב האיפוס לצפון האמיתי.
שלב זה נמשך עד שהמערכת מגיעה לדיוק של ± 1/6° מהצפון האמיתי (+ 50 שניות), ואז מתחילה המנורה הירוקה לנצנץ.

יב) רצוי להשאיר את המערכת במצב ALIGN שלוש דקות לאחר שהמנורה החלה לנצנץ, ואז היא מגיעה לדיוק המירבי לאחר משך זמן זה נכנסת המע-רכת לתנודות סביב הצפון האמי-תי, תופעה הנקראת OVER CORRECTION.

<u>הערות</u>

(1) משך שלב זה תלוי בדיוק הנטייה שהוכנסה למחשב הניווט.

(2) את הנטייה (וכן את המיקום העכשווי) ניתן להכניס כל זמן שהמנורה הצהובה דולקת. ברגע שהמנורה הצהובה נכבית, אין לטייס שליטה על הנטייה, והמערכת מתחילה לתקן את הנטייה ע"י הזזת המחט שבחלון ה- SYNC .



<u>תנאים:</u>

1. טמפרטורת תא-הטייס: 80°F +
2. 4 דקות, החום הדרוש + 110 שניות להארה.
3. 5 דקות במוד Gyro Compass (איפוס מלא).
4. Mag Hg + נטייה.
5. יישור עדין במשך 75 שניות.
6. מוד STBY A 46 - ASN .

איפוס מלא ממצב של התנעה קרה (הדוגמה מתאימה לתנאי קיץ).

יג. העברת המתג ממצב ALIGN ל- NAV מכבה את המנורה הירוקה. במצב זה מוכנה המער-כת לעבודה מאופסת לאנך המקו-מי ולצפון האמיתי.

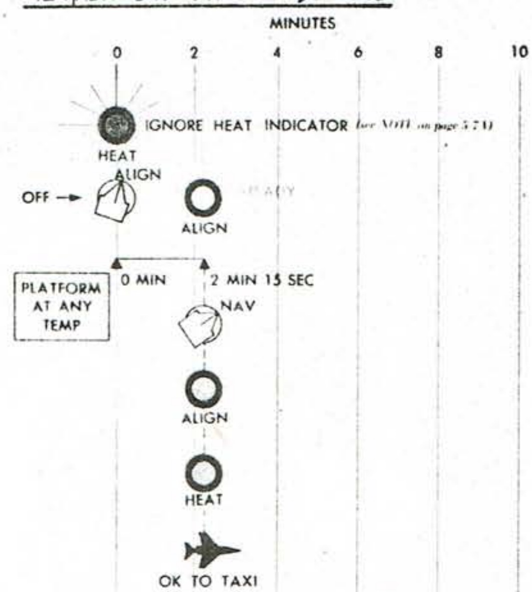
<u>הערה</u>

ע"י שמירת מחט ה-SYN במרכז החלון (בעזרת כפתור הנטייה), נוכל לקבל את הנטייה המקומית המדויקת + סטיית המצפן, כלומר את ההפרש בין הצפון האמיתי של המערכת האינרציאלית לבין זה של המצפן.

2) <u>איפוס מקוצר (BATH)</u>

כאשר לא ניתן לבצע איפוס מלא, ניתן לקצר את האיפוס ע"י הפסקתו ברגע שמנורת האיפוס הירוקה נדלקת (ע"י העברת הבוחר ל- NAV). בשלב זה יש לנו איפוס לאנך המקומי ולצפון החישובי בלבד. אין התחשבות בחימום המערכת, אשר בד"כ אינה

<u>סדר פעולות האיפוס המקוצר</u>



BATH ALIGN SEQUENCE

מגיעה עדיין לטמפרטורה הדרושה. משך האיפוס המקוצר הוא 2:15 דקות (75 + 60 שניות), ודיוקה תלוי מאוד בדיוק הנטייה המקומית המוכנסת. ככל שהצפון החישובי יהיה קרוב יותר לאמיתי, כן יגדל דיוק פעולת המערכת.

<u>הערה</u>

העברת הבוחר למצב NAV מכבה את מנורות החימום והאיפוס.

3) <u>איפוס מהיר עם זיכרון כיוון (HEADING MEMORY)</u>

א) מבצעים איפוס רגיל.

ב) מעבירים את בוחר שיטת האיפוס למצב HDG MEMORY. ממסר הכיוון ב- DSDU ננעל ממצבו האחרון - מכוון לצפון האמיתי.

ג) מכבים את המערכת או משאירים אותה על STBY במידה שרוצים לשמור על חום המערכת.

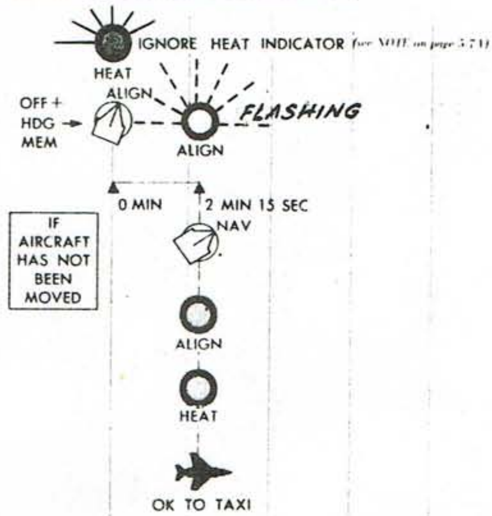
ד) בהפעלה מחדש, מעבירים את הבוחר למצב ALIGN דרך מצב STBY (מהירות קרקע 000). נקבל יישור ראשוני ומייד אחריו --יישור עדין. עם תום היישור העדין תתחיל המנורה מייד לנצנץ. משך האי-פוס יהיה 2:15 דקות, תוך עקיפת השהיית החימום (110 שניות) והאיפוס לצפון האמיתי (50 שניות).
לאחר נצנוץ המנורה, מעבירים את הבוחר ל- NAV ומורידים את בוחר שיטת האיפוס למצב GYRO COMP אין להעביר את הבוחר האחרון במצב ALIGN , משום שיתחיל

אז מחדש האיפוס לצפון האמיתי.
המערכת מוכנה לפעולה מאופסת
לאנך המקומי ולצפון האמיתי.

הערה

במידה שהמערכת לא היתה
מחוממת, תיווצר בה טעות
מסוימת, כיון שהיא תמשיך
להתחמם במצב NAV, עד
לחום המתאים.

איפוס מהיר עם זיכרון כיוון



4) **חימום מוקדם (PREHEATING)**
ניתן לחמם את המערכת מבלי להפעיל אותה, ע"י העברת בוחר ההפעלה למצב STBY , מבלי להפעיל את מחשב הניווט. לאחר-מכן, באיפוס רגיל, ייחסך זמן החימום ותפעל רק ההשהייה של 110 שניות.

5) **איפוס באוויר**
איפוס באוויר יתבצע רק במצב חירום, בלילה חשוך, לשימוש המערכת כמרכז ג'ירוסקופי. סדר הפעולות יהיה:

א) טיסה ישרה ואופקית.

ב) העברת מתג ההפעלה למצב OFF ולמצב STBY .

ג) המתנה של 40 שניות והעברה למצב NAV .

במצב STBY , נקבל יישור לצירי המטוס הטס ישרה ואופקית. אין להמתין יותר מ-40 שניות כדי שלא יתחיל האיפוס העדין. בזמן האיפוס, תרד מהירות הקרקע ל-000, הווה אומר שאין להתייחס לאחר זאת לקריאת המחוון.

6) **משכי הזמן באיפוסים השונים**

טבלת משכי הזמן (בדקות)

שיטה	חימום – יישור גס	חימום – יישור עדין	יישור לצפון	סה"כ
GYRO COMP	1 : 00 6 : 00 (תלוי בחום ההתחלתי)	1 : 15	4 : 00 (תלוי בדיוק הנטייה)	10 : 00
BATH	1 : 00	1 : 15	0 : 00	2 : 15
HDG MEM	1 : 00	1 : 15	0 : 0 : 00	2 : 15
PRE HEAT	1 : 00 1 : 50	1 : 15	4 : 00 (תלוי בדיוק הנטייה)	6 : 15
חירום	0 : 40	0 : 00	0 : 00	0 : 40

7) <u>הדיוק המושג בשיטות השונות</u>

א) <u>איפוס מלא</u> - הטעות הממוצעת המתקבלת היא 2 מייל-שעה. הטעות המירבית המותרת - 4 מייל-שעה.

ב) <u>זיכרון כיוון</u> - במידה שלא היה חימום מוקדם, הטעות המירבית היא $7\frac{1}{2}$ מייל בשעה.

ג) <u>BATH</u> - תלוי מאוד בדיוק הנטייה המוכנסת.

יז-7. הקשר למחווני ההטסה

כאשר נמצאים בלוח בקרת המצפן במצב PRIM מקבלים המחוונים את החיוויים השונים מהמערכת האינרציאלית. קריאות העלרוד והגלגול עוברות דרך המתאם המצפני. במצב DG, מקבלים המחוונים גם את קריאת הכיוון הישר מהמערכת. היות והכיוון מתוקן תמיד לצפון האמיתי, חייב גלגל הרוחב שבטבלת המצפן להיות על קו הרוחב 0, אחרת הוא יכניס טעות מצטברת לקריאת הכיוון.

יז-8. עדכון באוויר UP DATING

כאשר מצטברת טעות במיקום העכשווי של המטוס, ניתן לעדכן את המערכת לנקודה עתידית עליה יעבור המטוס. העדכון נעשה בדרך הבאה:



א. העברת מתג העדכון ממצב NORMAL למצב SET. פעולה זו מנתקת את המערכת האינרציאלית מהמחשב.

ב. הכנסת הקואורדינטות של הנקודה שעליה יעבור המטוס, ל מיקום העכשווי. המנורות הכחולות נדלקות בהתאם.

ג. לקראת הנקודה, העברת המתג למצב FIX (מצב קפיצי) והחזקתו במצב זה עד למעבר מעל הנקודה. בזמן זה תעתיק המערכת האינרציאלית את ה-נ"צ מהמחשב בקצה של 3 מייל בשנייה, והמנורות הכחולות תכבינה.

ד. מעל הנקודה יש לעזוב את המתג. המתג יקפוץ חזרה למצב NORMAL, והמערכת תמשיך לחשב את המיקום העכשווי מהנקודה שבה נעזב המתג.

יז-9. תקלות

א. הזזת המטוס מחוץ למצב NAV - OFF פוגעת במערכת.

ב. שינוי פתאומי של המתחים (מעל 1/4 שניה) פוגע במערכת.

ג. המערכת האינרציאלית מצוידת במערכת לגילוי תקלות הפועלת בשיטת GO-NO-GO. בכל מקרה של גילוי תקלה מנתקת המערכת את עצמה ומדליקה בשני התאים את מנורה INS-OUT המדליקה גם את מנורת MASTER CAUTION.

ד. בכל מקרה של יציאת המערכת מפעולה על הקרקע, ניתן להפעילה פעם נוספת. בכל פעם שהמערכת ניתקת, עובר חישוב המיקום העכשווי אוטומטית למצב AIR DATA MODE. במקרה כגון זה, יש לעבור בטבלת המצפנים שבתא הקדמי למצב STBY.

ה. <u>תקלות אופייניות</u>

1) טעויות רציניות בחישוב של המרחק ושל מהירות הקרקע.

2) ירידת מהירות הקרקע ל-000 בזמן טיסה.

3) עליית מהירות הקרקע בעמידה על הקרקע, וירידת המרחק וקואורדינטות המיקום העכשווי בהתאם.

4) טעויות בכיוון מחט הקוון למטרה.

על הטייס מוטל לפקח על פעולת המערכת בזמן הטיסה.

פרק יח

מחשב ניווט

יח-1. כללי

מחשב הניווט המותקן במטוסי קורנס הוא מדגם ASN -46A. הוא מורכב ומופעל בתא האחורי, על מדף ימין, ומספק נתונים לשני התאים.

תפקידי המחשב:

א. לחשב את מיקומו העכשווי של המטוס במקרה שהמערכת האינרציאלית יצאה מכלל פעולה (המעבר מתבצע באופן אוטומטי).

ב. לחשב את הכיוון והמרחק לשתי מטרות נבחרות.

ג. לספק נתונים ראשוניים לאיפוס המערכת האינרציאלית לפני טיסה, ותצוגת נתונים שהמערכת האינרציאלית מחשבת במהלך הטיסה.

המערכת מקבלת מתח מפס הצבירה הראשי של 28 וולט ז"י, ומפס הצבירה של המכשירים, בן 115 וולט ז"ח. המערכת מאובטחת ע"י 2 לחיצים הנמצאים בלוח מס' 2.

יח-2. מרכיבים ראשיים

מערכת מחשב הניווט כוללת את המרכיבים העיקריים הבאים:

- מחשב ומגבר מחשב.
- לוח בקרה ופיקוח.
- מחוונים.

א. <u>המחשב</u>

מחשב הניווט נמצא יחד עם מחשב המערכת האינרציאלית והוא ממוקם במדף הימני של התא האחורי. הוא פועל על עקרון הנווטות החישובית, וכולל:

- מחשב המיקום העכשווי.
- מחשב הכיוון והמרחק למטרה, לטווח 0 עד 1999 מיילים ימיים.

1) מחשב המיקום העכשווי <u>(AIR DATA MODE)</u>

מרכיב זה של המחשב נכנס לפעולה כאשר המערכת האינרציאלית יוצאת מכלל פעולה. בכל מצב אחר, הוא מושבת.

א) <u>הפעולות שמבצע המחשב</u>:

(1) פיתרון משוואות של משולש המהירויות.

(2) השלכת וקטורי מא"א ווקטורי הרוח על הקואורדינטות האמיתיות של כדור הארץ - רכיב אחד שלהם על ציר צפון-דרום, והשני על ציר מזרח-מערב.

(3) צירוף הווקטורים האלה, שעקב כך מתקבלת מהירות הקרקע בכל אחד מהצירים.

(4) אינטגרציה של מהירות הקרקע, הנותנת את המרחק שביצע המטוס בכל אחד מהצירים.

(5) פיתרון המשולש, הנותן את כיוון הנתיב, את מהירות הקרקע לאורך הנתיב, ואת המרחק המצטבר שעבר המטוס.

ב) <u>הנתונים שמקבל המחשב</u> לביצוע פיתרון של משולש המהירויות:

(1) מיקום עכשווי (PRESENT POSITION) - מבוקר ידנית בלוח הבקרה.

(2) כיוון מגנטי מהמצפן באמצעות ה-AJB -7 והמתאם המצפני.

(3) נטייה + סטייה - מבוקרות ידנית בלוח הבקרה.

(4) מהירות אוויר אמיתית - מהמרכז האווירודינמי.

(5) כיוון ועוצמת הרוח - מבוקרים ידנית בלוח הבקרה.

ג) <u>הנתונים שהמחשב מוסר:</u>

(1) ללוח הבקרה - את המרחק שהמטוס ביצע לאורך הצירים צפון-דרום ומזרח-מערב, כשהד-בר מתבטא בעדכון שוטף של קואורדינטות המיקום העכשווי.

(2) מהירות קרקע למחוון בתא האחורי.

(3) נתוני נתיב וכיוון מצפני למחוונים המצפניים, ל- BDHI שבתא האחורי,ול- HSI שבתא הקדמי. ההפרש בין שני נתונים אלה נותן את הסחיפה.

2) <u>מחשב הכיוון והמרחק למטרה</u>

מרכיב זה של המחשב מוצא את המרחק בין שתי נקודות ציון (נ"צ) ואת הכיוון ביניהן.

א) <u>הפעולות שמבצע המחשב:</u>

(1) חישוב המרחק והכיוון ל-נ"צ המטרה, מהמיקום העכש-ווי, על-ידי פתרון משולשים.

(2) כאשר המרחק בין המטרות קטן מ-120 מי"מ, פותר המחשב את המשולש על-פי קו מתמיד, כלומר שהוא מחשב את הכיוון והמרחק על-פי משולש ישר-זווית.

(3) כאשר המרחק ביניהן גדול מ-120 מי"מ, פותר המחשב את המשולש על-פי מעגל גדול, כלומר שהוא מחשב את הכיוון והמרחק על-פי משולש בעל מי-שור כדורי (משולש ספירי).

<u>הערה:</u>

המעבר משיטת חישוב אחת לשניה הוא אוטומטי, וניתן להרגיש בו מקפיצת ספרות המרחק במחוון,במרחק של 120 מי"מ.

ב) <u>נתונים שמקבל המחשב</u>

(1) מיקום עכשווי מעודכן ממערכת INS , או מהמרכיב הראשון של המחשב.

(2) נתוני שתי מטרות נבחרות - מוכנסות ידנית בלוח הבקרה כדלקמן:

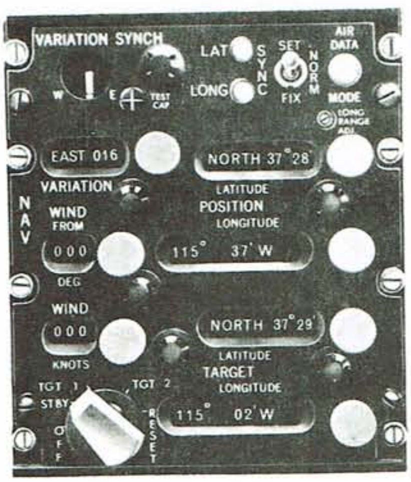
במצב TGT1 - המחשב מתייחס למטרה הנמצאת בחלון.

במצב TGT2 - המחשב מתייחס למטרה הנמצאת בזיכרון.

ג) <u>הנתונים שמספק המחשב</u>

הנתונים מתקבלים במחוונים המצפניים, ב- BDHI שבתא האחורי, וב- HSI שבתא הקדמי. המרחק למטרה ייתקבל בחלון DME , והכיוון למטרה - על גבי הסקלה המגנטית.

יח-3. | לוח הבקרה |



לוח הבקרה נמצא על מדף המכשירים הימני של התא האחורי, וכולל את המתגים הבאים:

א. <u>מתג הפעלה</u> בעל חמישה מצבים כדלקמן:

1) <u>מצב OFF</u>

המערכת מנותקת ממקורות המתח.

2) מצב STBY

המחשב עובד, מעגל האינטגרציה של המיקום העכשווי מנותק. תצוגת הכיוון והמטרה היא למטרה שבחלון.

3) מצב $TG\ T_1$

מצב עבודה, המיקום העכשווי משנה את הקואורדינטות בהתאם למערכת האינרציאלית או למחשב הניווט. תצוגת הכיוון והמרחק למטרה היא למטרה שבחלון.

4) מצב $TG\ T_2$

כמו מצב "$TG\ T_1$", אלא שתצוגת הכיוון והמרחק אל המטרה היא למטרה שבזיכרון המחשב.

5) מצב RESET

הוא מצב המשמש להכנסת המטרה הנמצאת בחלון, לזיכרון המחשב. הכנסת מטרה חדשה מוחקת את המטרה הקודמת.

הערה:

כדי לעבור לשני המצבים הקיצו-ניים - RESET ו- OFF, יש למשוך את המתג כלפי מעלה.

ב. כפתורים וחלונות של המיקום העכשווי

המיקום העכשווי מוצג בשני חלונות - בחלון קואורדינטות הרוח, ובחלון קואורדינטות האורך, בהתאם. הכפתורים שמימין לחלונות משמשים באיפוס הראשוני - להכנסת נקודת הציון של מיקום האיפוס ולעדכון באוויר.

ג. כפתורים וחלונות של המטרה

שני הכפתורים ושני החלונות זהים בצורתם לאלה של המיקום העכשווי. הם מציגים את נקודות הציון של מטרה מס' 1. ל-נ"צ של מטרה מס' 2, הנמצאת בזיכרון, אין תצוגה.

ד. מתג עדכון באוויר

זהו מתג בעל שלושה מצבים - FIX, NORMAL ו- SET, והוא משמש לעדכון המערכת האינרציאלית באוויר.

ה. מנורות סטיית הקואורדינטות

אלו הן שתי מנורות כחולות - האחת לקואורדינטות הרוחב, והשניה - לקואורדינטות האורך. המנורות תדלקנה כאשר ההפרש בין התצוגה שבחלונות המיקום העכשווי לבין זו של המערכת האינרציאלית גדול מ- $1\frac{1}{2}$ מייל.

ו. מנורת AIR DATA MODE

המנורה כתומה ונדלקת עם הינתקות המחשב ממע-רכת הניווט האינרציאלי (I.N.S.), או במשך פעולת מחשב הניווט במוד AIR DATA בהתאם לנתונים הנמצאים בלוח הבקרה.

ז. כפתור וחלון הנטייה המגנטית (VARIATION)

משמשים להכנסת הנטייה והסטייה המקומיים באיפוס הראשוני ובמצב AIR DATA MODE.

ח. מחוון הנטייה המגנטית

המחוון מבוקר ע"י כפתור הנטייה. הוא מראה ע"י סטיית המחוג בזמן עבודת המערכת האינרציאלית, את ההפרש בין הכיוון המצפני של המצפן, לבין הכיוון האמיתי של המערכת האינרציאלית. הקריאה מתקבלת מהמתאם המצפני.

ט. כפתורים והחלונות של כיוון הרוח ועוצמתה

שני כפתורים וחלונות - כפתור וחלון לכיוון הרוח וכפתור וחלון לעוצמת הרוח. כפתורים וחלונות אלה משמשים להכנסת נתוני הרוח המדויקים ביותר לצורך חישוב ב- AIR DATA MODE.

י. מנורת TEST CAP OFF

המנורה אדומה, ונדלקת כאשר המחשב מנותק מהמרכז האווירודינמי.

יח-4. מחוונים

א. התצוגה בתא הקדמי

תצוגת הכיוון והמרחק אל המטרה הנבחרת (של אותו הרגע) ניתנת על המחוון האופקי (HSI). המחוון נותן את הנתונים הבאים:

1) הנתיב הקרקעי, ע"י חץ הנתיב, ובחלון הימני שבמחוון.

2) את הכיוון המגנטי למטרה, ע"י חץ המטרה.

3) את המרחק למטרה - בחלון השמאלי שבמחוון.

הערה:

כדי לקבל את הנתונים הנ"ל, חייב מתג הכיוון והמרחק להיות במצב NAV COMP .

ב. התצוגה בתא האחורי

התצוגה בתא האחורי מתקבלת בשני מחוונים כדלקמן:

1) תצוגת מהירות הקרקע במחוון הנמצא בלוח המכשירים הקדמי.

2) תצוגת הנתיב הקרקעי, במחוון המצפני (BDHI), ע"י מחט הנתיב (מחט מס׳ 2).

הכיוון למטרה ניתן ע"י מחט הכיוון (מס׳ 1), ואילו המרחק למטרה - בחלון המחוון - קבלת החיוויים מותנית בהצבת מתג ההפעלה במצב NAV COMP .

הערה:

כדי לקבל נתיב למטרה, יש לשים מחט על מחט.

יח-5. תפעול

א. תפעול כללי

את מחשב הניווט יש להפעיל לפני הפעלת המערכת האינרציאלית. יש להכניס את ה-נ"צ המדויק של מיקום איפוס המערכת האינרציאלית, ואת הנטייה המדויקת של המיקום. דיוק הנטייה המוכנסת מהווה גורם מכריע בקיצור זמן איפוס המערכת האינרציאלית. בתפעול המערכת האינרציאלית, יש להעביר את מתג ההפעלה ממצב STBY ל- TGT , מייד לאחר סיום האיפוס. בתפעול ללא המערכת האינרציאלית, יש להעביר ממצב STBY רק לפני המראה, בגלל זיוף המרכז האווירודינמי במהירויות נמוכות.

ב. תפעול באוויר

בפעולה רגילה מעדכנת המערכת האינרציאלית את מחשב הניווט בנתונים הבאים: מיקום עכשווי, מהירות קרקע ונטייה.

במצב AIR DATA MODE , יש לספק למחשב את נתוני הטיסה המשתנים: נתוני רוח מדויקים ונטייה מדויקת. דיוק פעולת המערכת תלויה בדיוק נתונים אלה המוכנסים ידנית ע"י הנווט. כאשר מצטברת טעות במערכת, ניתן לעדכן את המיקום העכשווי באופן הבא:

1) מעבירים את מתג ההפעלה למצב STBY

2) מכניסים נ"צ של נקודה ידועה שמעליה צריך המטוס לעבור.

3) ברגע שהמטוס נמצא מעל לנקודה האמורה מעבירים את מתג ההפעלה למצב TGT .

קיימת אפשרות בחירה בין שתי מטרות שונות שאליהן רוצים לקבל כיוון ומרחק. כדי לקבל נתוני טיסה למטרה שבחלון, יש לטוס במצב TGT_1.

כדי לקבל נתוני טיסה למטרה שבזיכרון, יש לטוס במצב TGT_2 (במצב STBY , נקבל נתונים למטרה שבחלון).

קיימות שיטות תפעול שונות של TGT_1 ושל TGT_2 . אפשר להשתמש רק ב-TGT_1 כשב-TGT_2 נמצא הבסיס, או שדה לנחיתה בחירום, ואפשר להשתמש בצירוף של שניהם.



פרק יט

מכלול מחווני הטסה

יט-1. כללי

מכלול מחווני ההטסה נותן בשני התאים תצוגת מצב הטיסה והניווט של המטוס. המכלול כולל את המרכיבים הבאים:

א. מחשב פקודות הטסה.

ב. מחוון אופקי (H.S.I.) בתא הקדמי.

ג. מחוון כדורי - "בול" (A.D.I.) בתא הקדמי.

ד. מחוון כיוון ומרחק (B.D.H.I.) בתא האחורי.

להשלמת התצוגה בתא האחורי, קיימים גם אופק מלאכותי ומד-פנייה והחלקה, אך אלה אינם קשורים למערכת זו.

יט-2. מחשב פקודות הטסה

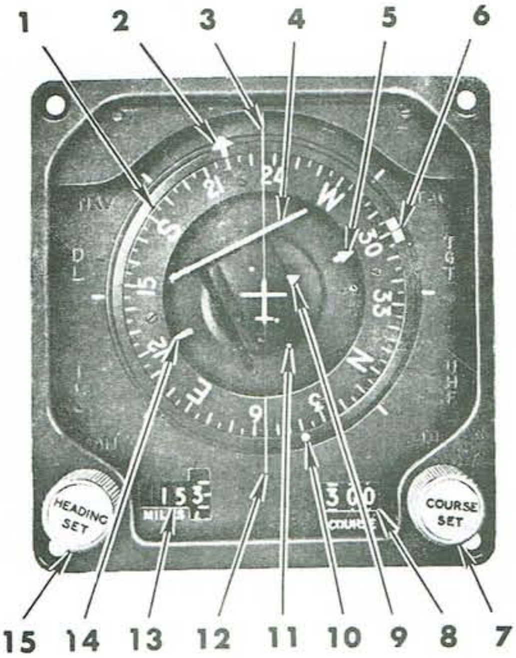
מחשב פקודות ההטסה מספק את מצב הניווט למחוון האופקי והוראות הטסה למחוון הכדורי ("בול"). כל הנתונים המסופקים למכשירים ה-נ"ל פרט לקוון ולמרחק, נוצרים או עוברים דרך מחשב ההטסה. כמו-כן, אין למחשב שליטה על כדור הייחוס ב"בול".

הוראות הטסה בכיוון מוצגות לטייס לפי בחירתו (כיוון נבחר, TACAN). הוראות אלו, בצירוף דגלי האזהרה, מסופקים ע"י המחשב למחוון הכדורי.

הוראות ההטסה מוגבלות כך, שהן מבטיחות את תפעול המטוס, אך אינן פוגעות ביכולת הביצועים שלו.

יט - 3. מחוון אופקי (HSI)

המחוון האופקי נמצא במרכז לוח המכשירים של התא הקדמי, מתחת למחוון הכדורי, ומציג בפני הטייס את רוב נתוני הניווט של המטוס, כאילו ממבט מלמעלה. המחוון מבוקר ע"י שני בוחרי מצב הפעלה הנמצאים על לוח נפרד, מצידו הימני. במחוון מופיעים מחוגים ומציינים רבים, ויש להבחין בהם היטב כדי לתפעל את המכשיר כהלכה.



1. לוח המצפן
2. מציין הקוון
3. קו ייחוס
4. מחוון סטייה מהנתיב
5. חץ הנתיב
6. סמן הכיוון
7. כפתור הנתיב
8. חלון הנתיב
9. מציין מ/אל
10. מציין קוון (זנב)
11. מציין הסטייה מהנתיב
12. קו ייחוס
13. חלון טווח
14. חץ הנתיב (זנב)
15. כפתור בוחר כיוון

המציינים הם:

א. <u>צללית המטוס במרכז וקו הייחוס</u> (3)

צללית המטוס וקו הייחוס מציינים בכל המצבים את מיקומו היחסי של המטוס ביחס לסימנים אחרים.

ב. <u>שושנת הרוחות</u> (לוח המצפן)
זוהי סקלה מסתובבת המציגה תמיד מתחת לקו הייחוס, את הכיוון המגנטי של המטוס (מסביב לשושנת הרוחות מסומנות נקודות הייחוס כל 45°).

ג. <u>מציין הקוון</u> (2)
מציין הקוון מופיע במחוון בצורת חץ (2) וזנב (10), והוא מציין את הקוון למטרה נבחרת.

ד. <u>סמן כיוון (6) וכפתור בחירה (15)</u>
סמן הכיוון מציין כיוון נבחר בכל המצבים, פרט למצב מחשב ניווט. הסמן נשלט ע"י כפתור הנמצא בצד שמאל של המחוון.
מצבו של הסמן מפעיל את הוראות ההטסה במחוון הכדורי. במצב מחשב ניווט, הוא מציין את הכיוון המגנטי שיש לטוס כדי לבצע נתיב מתאים למטרה נבחרת. עם הבאת הסמן למצב השעה 12, חץ הקוון וחץ הנתיב מתלכדים, ומתבצע נתיב למטרה.

ה. <u>חץ הנתיב</u>
לחץ הנתיב יש ראש (5) וזנב מחודד (14). החץ מראה את הנתיב הקרקעי (מחשב ניווט) או את נתיב ה-TACAN שנבחר.

ו. <u>מציין סטייה מהנתיב</u> (11)
מציין הסטייה מהנתיב פועל במצב TACAN בלבד. הוא מציין את סטיית המטוס מהנתיב שנבחר. סטייה מלאה שווה ל- 5°. בנקודת 2.5° ישנה נקודת ציון. בכל המצבים האחרים, הוא צמוד לחץ הנתיב.

ז. <u>מציין מן / אל התחנה</u> (9)
מציין זה נראה רק במצב TACAN, ומציין אם הנתיב הוא מהתחנה או אל התחנה.

ח. <u>כפתור וחלון נתיב מבוצע</u>
משמשים רק לכיוון נתיב הנבחר ב- TACAN.

ט. <u>חלון טווח</u>
בחלון מוצג הטווח למטרת מחשב ניווט או לתחנת TACAN. כאשר המרחק ב-TACAN אינו אמין או שהמתג במצב ADF, מכסה את החלון דגלון.

י. <u>אורות תפעול</u>
אורות התפעול נמצאים מסביב לסקלה. האור הדולק מציין את המצב שבו עובד המכשיר (UHF, TAC, NAV).
3 האורות (DI, ILS ו- DL) אינם בשימוש.
האור TGT נדלק כאשר נבחר בתא האחורי מצב TGT FIND HOLD.

יא. <u>שליטה</u>
השליטה על מצבי הפעולה של המכשיר נעשית ע"י מתג ובוחר. המתג שולט על מציין הקוון ועל חלון המרחק, בעוד שהבוחר שולט על כל היתר. המתג והבוחר אינם תלויים זה בזה, אך כדי לקבל אינפורמציה מלאה מהמכשיר, רצוי ששניהם יהיו מוצבים באותו המצב. במקרה שהמתג והבוחר נמצאים בשני מצבים שונים, יידלקו שני האורות בלוח המחוון.

בוחר מצב פעולה

מתג קוון ומרחק



<u>טבלת השליטה</u>

1) <u>מתג קוון ומרחק</u>
למתג שלושה מצבים - NAV COMP, ADF ו- TACAN.

א) במצב NAV COMP - מציין הקוון מראה קוון למטרה הנבחרת ע"י מחשב הניווט. המרחק המוצג בחלון המחוון הוא המרחק לתחנה. במחוון יידלק האור NAV.

ב) במצב ADF - חלון המרחק מכוסה, הקוון המופיע הוא לתחנה אליה מכוונת אנטינת ADF. במחוון מואר המצב UHF.

ג) במצב TACAN - הקוון המופיע הוא לתחנת TACAN, והמרחק הוא המרחק האלכסוני אליה (בקו ישר). במחוון ידלק האור TAC .

2) <u>בוחר מצבי הפעולה</u>

לבוחר ארבעה מצבים - ATT, "HDG, TACAN ו- NAV COMP, ובאמצעותו ניתן לבחור את שיטת ההפעלה של המכשיר. מציין הקוון וחלון המרחק אינם מושפעים מבוחר זה.

<u>תפעול הבוחר במצבים השונים:</u>

א) <u>במצב ATT</u> - כל החצים המרכזיים וסמן הכיוון נעולים לקו הייחוס. סקלת הכיוונים מראה את הכיוון המגנטי, וחלון הנתיב מראה את הכיוון המגנטי. לא נדלק כל אור במצב זה.

ב) <u>במצב HDG</u> - השינוי היחידי מהמצב הקודם הוא שסמן הכיוון נשלט ע"י בוחר הכיוון. ניתן לשים אותו על כל כיוון מגנטי על לוח המצפן (שושנת הרוחות), והוראות ההטסה במחוון הכדורי מציינות פנייה לכיוון זה. במחוון מואר המצב MAN .

ג) <u>במצב TACAN</u> - ע"י בוחר הנתיב ניתן לבחור בנתיב רצוי לתחנת ה- TACAN . כיוון זה מוצג בחלון הנתיב וע"י חץ הנתיב. מציין הסטייה מהנתיב יסטה לאחד הצדדים ויראה את המצב היחסי בין המטוס לנתיב הרצוי.

המציין "מן-אל", יראה אם כיוון הנתיב הזה הוא מהתחנה או אליה. ניתן לכוון את סמן הכיוון ולקבל הוראות הטסה רצויות. המצב המואר במחוון הוא TAC . רצוי להפעיל גם את מתג הקוון והמרחק למצב TACAN , ולקבל קוון ומרחק אל התחנה.

ד) <u>במצב NAV COMP</u> - חץ הנתיב עם מחוון הסטייה הצמוד אליו מציין את הנתיב הקרקעי המבוצע ע"י המטוס. חלון הנתיב מציין את אותו הנתיב. סמן הכיוון נשלט ע"י המחשב, ומראה את הכיוון המגנטי שצריך לטוס כדי לבצע נתיב ישיר אל המטרה. במחוון יואר המצב NAV . רצוי להפעיל גם את מתג הקוון והמרחק למצב NAV COMP , ולקבל קוון ומרחק אל המטרה.

יט-4. מחוון כדורי - "בול" (ADI)

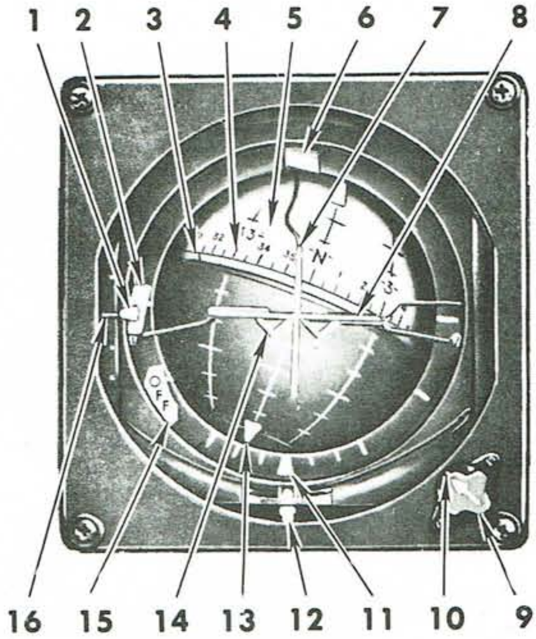
א. <u>כללי</u>

המחוון הכדורי ADI נותן תצוגה של מצב המטוס בשלושה מישורים - עלרוד, גלגול וסבסוב. המטוס מיוצג במחוון בדמות "ציפור" הקבועה במרכזו, בעוד שהאופק מיוצג ע"י כדור הנע ביחס לציפור. תנועת הכדור נעשית סביב שלושת הצירים ב- 360°, ללא השפעות פרצסיה.

חציו התחתון של הכדור שחור, וחציו העליון אפור. על קו האופק מסומנים הכיוונים כל 5 מעלות. כל 30 מעלות עוברים קווים אורכיים לציון מצב העלרוד עד 60° אף-מעלה או אף-מטה. על קווים אלה מסומנים מצבי העלרוד כל 10°. בכל אחד מקוטבי הכדור מסומנת שושנת רוחות.

1) <u>מציינים</u>

בנוסף לתצוגה הישירה של מצב הטיסה של המטוס מופיעים בו המציינים הבאים:



1. מוט סטייה מזווית גלישה
2. דגל אזהרה (TACAN)
3. קו האופק
4. לוח כיוונים
5. כדור האופק
6. דגל אזהרה (TACAN)
7. מוט אנכי
8. מוט אופקי
9. כפתור קיזוז
10. מציין מקזז
11. לוח הטייה
12. מד-פנייה
13. מציין הטייה
14. דמות מטוס
15. דגל אזהרה (AJB -7)
16. לוח זווית גלישה

א) מוט אופקי - מציג הוראות הטסה בעלרוד בזמן הפצצת משיכה.

ב) מוט אנכי - מציג הוראות הטסה בכיוון וגלגול לפי הוראות מחשב ההטסה.

ג) דגלון OFF כשהוא נראה בשעה 8 של המחוון, מסמן שמרכז הג׳ירו החילופי (AJB -7) אינו פועל.

ד) דגלון אדום אם הוא מופיע בשעה 3 של המחוון, מציין שההוראות למוט האופקי אינן נכונות.

ה) דגלונים אדומים, הנראים בשעות 9 ו-12 של המחוון, מציינים שנעילת ה- TACAN על תחנת הקרקע אינה יציבה, ואינפורמציית הכיוון אינה נכונה.

ו) ישנו מציין נוסף(בשעה 9 שאינו בשימוש המטוס.

2) <u>כפתור קיזוז</u>

בעזרת כפתור הקיזוז (9), ניתן לשנות את גובה האופק ביחס לציפור בתחום של 115°, -10° .

יט-5. משמעות חיווי המציינים והוראות ההטסה המתבקשות מהן

א. <u>הוראות הטסה בכיוון ובגלגול</u>

<u>המוט האנכי</u> - מציג הוראות הטסה בכיוון. תנועת המוט היא לימין ולשמאל, וכדי למלא אחר הוראות אלה, יש לגלגל את המטוס לצד שבו נמצא המוט, עד שהוא חוזר למרכז המחוון. בסוף הפנייה, לאחר שהוראת הכיוון מתאפסת, יש להוציא הטייה כדי לשמור את המוט במרכז. כאשר הסטייה בכיוון גדולה מ-90°, יתאפס המוט למרכז בהטייה של 30°. בכל סטייה קטנה יותר, תהייה ההטייה קטנה יותר, בהתאם.

<u>המוט האופקי</u> - ההוראות לסטיית המוט האופקי מגיעות תמיד לפי מצבו של סמן הכיוון לגבי קו הייחוס שעל המחוון האופקי. הוראות אלו תהיינה נכונות במצב מחשב ניווט, אך במצב TACAN יש לכוון ידנית את סמן הכיוון כך שהוא יתן תיקון לרוח צד, כדי שההוראות תהיינה נכונות.

<u>במצב TACAN</u> נותן המחשב הוראות הטסה ליירוט הנתיב הנבחר.

ההוראות תהיינה נכונות רק אם המטוס יימצא בתחום 60° מהנתיב הנבחר. היות וההטייה תלך ותקטן ככל שסטיית הכיוון תקטן, יהיה יירוט הנתיב אסימפטוטי.

ג. <u>סיכום מצב המחוגים במחוון האופקי (HSI) במצבי ההפעלה השונים</u>

1. <u>הבוחר הסיבובי</u>

מצב הפעלה	סמן הכיוון	חץ הנתיב	חלון הנתיב	מוט סטייה	מציין סטייה	הוראות כיוון
ATT	צמוד לקו הייחוס	צמוד לקו הייחוס	כיוון מגנטי	צמוד לקו הייחוס	אינו מופיע	אינן מופיעות
HDG	נשלט ידנית לבחירת כיוון רצוי	-"-	-"-	-"-	-"-	הוראות לכיוון נבחר
TACAN	-"-	נשלט ידנית נתיב נבחר	מציין נתיב נבחר	מציין סטייה מהנתיב הנבחר	מציין מן/אל התחנה	-"-
NAV COMP	כיוון טיסה לביצוע נתיב למטרה	נתיב מבוצע ע"י המטוס	נתיב מבוצע	צמוד לחץ הנתיב	אינו מופיע	הוראות לכיוון המטרה

בגלל תכונות היירוט האסימפטוטי וההטייה המירבית הקטנה (30°), יהיו התיקונים, לפי הוראות הכיוון איטיים מאוד. ניתן אמנם לבצע תיקונים יותר מהירים, אך רצוי להשתמש בהוראות הכיוון לצורך התמצאות, כדי לדעת לאיזה כיוון לפנות.

<u>הערה:</u>

בהוראות ההטסה עלולה להיות טעות מופע, כלומר ההוראה תהיה לכיוון ההפוך. ניתן לגלות תופעה זו ע"י בחירה ידנית של הכיוון במצב HDG . ניתן לנסות לתקן טעות זו ע"י ביצוע תרגיל עם מעבר דרך נקודת 90° עלרוד.

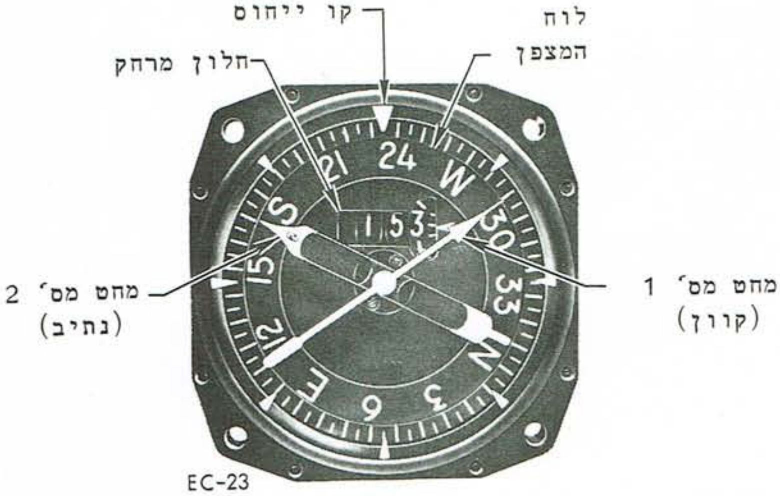
2. <u>מתג קוון ומרחק</u>

מצב הפעלה	מציין קוון	חלון מרחק
TACAN	קוון מגנטי לתחנה	מרחק לתחנה
ADF	כיוון יחסי לתחנה המשדרת	מכוסה
NAV COMP	קוון למטרה	מרחק למטרה

<u>אזהרה:</u>

תקלה בחלקים מסוימים במערכת עלולה להביא לתצוגות בלתי אמינות של גלגול ועלרוד, ללא כל סימן אזהרה נראה לעין.

יט-6. מחוון כיוון ומרחק (BDHI)



מחוון כיוון ומרחק



מתג בוחר

א. <u>תיאור</u>

מחוון הכיוון והמרחק נמצא בתא האחורי, והוא מציג חלק מהתצוגות של המחוון האופקי שבתא הקדמי. שני המחוונים (BDHI ו- HSI) שבשני התאים, מקבלים אותות חשמליים מאותו המקור, ומתרגמים אותם לקריאות המציינים השונים. אין כל קשר ביניהם, וניתן להפעילם באופני פעולה שונים.

על המחוון נראים המציינים הבאים:

1) <u>לוח המצפן (שושנת הרוחות)</u>
הלוח מסתובב יחסית לקו הייחוס, ומציין את הכיוון המגנטי.

2) <u>מחט דקה (מס׳ 1)</u> - מציינת את הכיוון למטרת מחשב הניווט, או לתחנת ADF, בהתאם למצב.

3) מחט עבה (מס׳ 2) - מציינת נתיב מבוצע, או כיוון לתחנת TACAN , בהתאם למצב.

4) <u>חלון מרחק</u> - מציג את המרחק למטרה, או לתחנת TACAN .

ב. <u>שליטה</u>

השליטה על מחוון הכיוון והמרחק היא ע"י מתג דו-מצבי הנמצא ליד המחוון והשולט על המחטים באופן הבא:

1) <u>במצב עליון</u> - מחט מס׳ 1 מראה כיוון לתחנת ADF .
מחט מס׳ 2 מראה כיוון לתחנתTACAN.

2) <u>במצב תחתון</u> - מחט מס׳ 1 מראה כיוון למטרת מחשב ניווט.
מחט מס׳ 2 מראה את הנתיב המבוצע.

בטיסה עם מחשב ניווט, יש להביא את המחט הדקה על העבה (אז מתלכד הנתיב המבוצע עם הכיוון למטרה). ביירוט נתיב TACAN, יש להתחשב בהפרש הכיוונים ובמרחק מהתחנה.

ג. <u>מקורות כוח</u>

כל המערכת מקבלת חשמל מרגע שיש זרם-חילופין במטוס - פנימי או חיצוני.

פרק כ

מרכז ג'ירו חילופי

כ-1. תיאור כללי

מרכז הג'ירו החילופי הנמצא במטוס הוא מדגם AJB-7 . תפקידו לתת קריאות למחווני הטיסה כאשר המערכת האינרציאלית מתקלקלת. בנוסף לכך, הוא מספק נתונים באופן רצוף לשלושה צרכנים:

א. לאופק המלאכותי שבתא האחורי.

ב. לטייס האוטומטי (עלרוד וגלגול).

ג. למחשב הפצצת המשיכה.

המערכת פועלת במשך כל זמן הטיסה, וניתן לחבר אותה בכל עת למחוונים האמורים.

כ-2. מבנה

א. כללי

מרכז הג'ירו החילופי מותקן בתוך קופסה אטומה הנמצאת בתא הטייס האחורי, מצד שמאל. המרכז מכיל שני סביבונים התלויים יחד בתוך מסגרת אחת המאפשרת לשניהם תנועה בכל המישורים. סביבון אחד, בעל ציר אנכי, מודד תנועות עלרוד וגלגול. הוא מיוצב ע"י מגעי כספית בשני הכיוונים, ונשמר במצב אנכי בכל תנועות המטוס. הסביבון השני, בעל ציר אופקי (לאורך ציר התנועה של המטוס), מיוצב במישור העלרוד ע"י עין פוטו-חשמלית, ונותן קריאות במישור הסבסוב.

ב. מגביל שיעור הפנייה

מרכיב זה גורם להפסקת פעולת מגעי הכספית בשני המישורים - גלגול ועלרוד - בזמן פנייה בשיעור העולה על 15° בדקה. פעולה זו נועדה למנוע תיקונים לא נכונים הנובעים מהכוח הצנטריפוגלי.

ג. מפסק הופך פזה

המפסק נמצא בתוך מרכז הג'ירו, ומשמש להפיכת האופק האחורי והמצפנים, כאשר המטוס חוצה את נקודת 90° בעלרוד.

כ-3. פעולת המערכת

א. אופן הפעולה

קריאות העלרוד והגלגול מועברות ישירות לאופק המלאכותי בתא האחורי. כדי לקבל נתונים ממרכז הג'ירו לשאר מחווני הטסה (במקרה של תקלה במרכז האינרציאלי), יש להעביר את מתג בוחר ההפעלה שבמתאם המצפני למצב STBY .
עם העברת המתג למצב זה, מחוונים שקיבלו עד כה נתונים מהמערכת האינרציאלית, יקבלו נתונים מהג'ירו החילופי AJB-7 (ראה פרק תיאום מצפנים).

ב. תחילת הפעולה

המערכת מתחילה לעבוד מרגע של הכנסת מתח לפס-צבירת המכשירים של 115 VAC . במשך הדקה הראשונה, הסביבונים מאיצים, והמסגרות עוברות יישור ראשוני. לאחר 60 ± 15 שניות, המערכת מתייצבת ודגלון OFF , הנמצא במחוון הכדורי (שעה 8) נעלם. דגלון זה יופיע באחד משלושת המקרים הבאים:

1) כאשר אין מגיע מתח אל אחת משלוש הפזות של הג'ירו.
2) כאשר אין עקיבה של מסגרת העלרוד אחר המסגרת הפנימית של הג'ירו.
3) כאשר אין עקיבה של מסגרת הגלגול אחר המסגרת הפנימית של הג'ירו.

כ-4. מתג יישור מהיר

מתג היישור המהיר נמצא במדף שמאל של התא הקדמי, ותפקידו לתת איפוס מהיר של הג׳ירו. במשך כל זמן פעולתו מקבל הג׳ירו זרמי ייצוב של 15V , אך בעזרתו של מתג קפיצי זה מספקים לג׳ירו זרמי ייצוב של 40V הגורמים לייצוב מהיר (מכסימום זמן לייצוב - 40 שניות).

כ-5. תקלות

א. לחיצי מרכז הג׳ירו נמצאים בלוח לחיצים מס׳ 4.

ב. הופעת דגלון OFF אינה מסמנת בהכרח תקלה מלאה בפעולה. כל קפיצת מתח תגרום להופעה רגעית של הדגלון.



פרק כא

מערכת תיאום מצפנים

כא-1. כללי

תפקיד המערכת לקשר את מקורות האינפורמציה שבמטוס על מצב אף, הטיה וכיוון, לצרכנים בהתאם לצורך.

כא-2. מקורות אינפורמציה

א. מערכת אינרציאלית AN/ASN 63 - מצב אף, הטייה, כיוון.

ב. מרכז ג׳ירו AN/AJB - 7 - מצב אף, הטייה, כיוון.

ג. מצפן שטף מגנטי - כיוון.

כא-3. צרכנים

א. מחוונים בתאי הטייסים.

ב. מכ"מ.

ג. טייס אוטומטי.

ד. מערכת הפצצת משיכה LABS .

כא-4. חלוקת האינפורמציה

באמצעות טבלת הבקרה שבתא הקדמי יכול הטייס לחלק אינפורמציה מן המקורות השונים לצרכנים לפי בחירתו.

א. מתג PRIM/STBY

1) מצב PRIM

א) ADI - מצב אף, הטייה, כיוון מ- INS .

ב) HSI - כיוון מ- INS.

ג) אופן מלאכותי תא אחורי - מצב אף והטייה AN / AJB -7 .

ד) BDHI - כיוון מ- INS .

ה) מכ"מ - מצב אף, הטייה מ- INS .

ו) LABS - מצב אף AN/AJB - 7 .

ז) טייס אוטומטי - מצב אף, הטייה, AN/AJB - 7. כיוון - INS .

הערה:

במקרה ש- INS יוצאת מכלל שימוש (INS OUT) הבוחר אינו משפיע וכל הקריאות יהיו במצב STBY , גם אם הבוחר על PRIM .

2) מצב STBY

כל המערכות המוזכרות בסעיף PRIM מקבלות את כל הנתונים ממרכז הג׳ירו AN/AJB - 7 .

ב. בוחר מוד הכיוון

1) מצב SYNC

מצפן השטף מסנכרן בקצב מהיר, 50° לדקה, את נתון הכיוון לכיוון המצפני. מצב זה הוא קפיצי.

הערה:

כדי לבצע SYNC באוויר יש לטוס בפחות מ- 15° שיעור-פנייה ולמשך 20 שניות לפחות (מגביל שיעור הפנייה מנתק את תיקוני המצפן מעל 15° שיעור-פנייה ולמשך 20 שניות לאחר הפסקת הפנייה במצב SLAVED בלבד).

2) מצב SLAVE

מצפן השטף מסנכרן בקצב איטי 1°- 2° לדקה את נתון הכיוון לכיוון המצפני.

הערה:

קיים מד-שיעור-פנייה המנתק בשיעור-פנייה 15° לדקה ומעלה, את זרם התיקון של מצפן השטף כדי למנוע תיקונים מועטים, מחמת חוסר אמינות הכיוון המצפני בטיסה לא יציבה.

3) מצב DG

נתון הכיוון ללא כל תיקון מן המצפן המגנטי.

4) מצב COMP

נתון כיוון מן המצפן המגנטי בלבד. מחמת חוסר יציבות נתון כיוון זה, ממשיך הבול הקדמי ADI לקבל נתון כיוון ללא כל תיקון מן המצפן המגנטי (כמו במצב DG).

הערה:

בגלל הוסר יציבות נתון הכיוון במצב COMP, לא ניתן להצמיד טייס אוטומטי במצב זה.

ג. בוחר קו הרוחב

כדי לפצות את טעויות נתון הכיוון במצב DG, המצטברות בשל סיבוב כדור הארץ והפרצסיה המדומה על הג׳ירו, מכניסים תיקון קבוע, יחסי לקו הרוחב שבו נמצאים, על-ידי סיבוב הגלגל לקו הרוחב הנכון ובדיקה שחלון הקוטביות N/S בקוטביות הנכונה (כדי לשנות קוטביות יש לסובב בעזרת מברג את הבורג הקטן ליד החלון).

הערות:

1) משום שהמערכת האינרציאלית מתקנת את עצמה בצורה שוטפת לצפון האמיתי, לא יתפתחו כל טעויות בנתון הכיוון. כדי למנוע הכנסת טעויות על-ידי התיקון הקבוע, היחסי לקו הרוחב, בזמן שטסים על מצב PRIM DG

- יש לשים את קו הרוחב על 0°.

2) בכל המצבים לבד מ- DG, הנתון מנותק ואין לבוחר כל השפעה.

ד. חלון סינכרון

חלון זה משווה את נתון הכיוון הקיים במערכת, לכיוון המתקבל ממצפן השטף (לבד ממצב DG). אם הכיוונים זהים - המחט באמצע. אם הכיוון המצפני גדול מהכיוון במערכת - המחט בצד שמאל (+), ולהיפך: אם הכיוון המצפני קטן מהכיוון במערכת - המחט בצד ימין (-).

ה. כפתור SET HDG

משמש לשנות ידנית את נתון הכיוון שבמערכת. הוא מופעל על-ידי לחיצה וסיבוב. ככל שכמות הסיבוב גדולה, גדול קצב השינוי (במצב COMP הכפתור משנה רק את נתון הכיוון ל- ADI).

ו. מתג יישור מהיר FAST ERECT

נמצא בטבלת הבקרה השמאלי-אחורי, בתא הקדמי. מתג זה הוא מתג קפיצי, אשר על-ידי לחיצתו נותן זרם חזק יותר ליישור מרכז הג׳ירו AN/AJB - 7 בעזרת מגע הכספית.

הערה:

בזמן הפעלת מתג FAST ERECT באוויר, יש לטוס טיסה ישרה ואופקית במהירות קבועה.
אין להפעיל את המתג בצורה רצופה יותר מ-60 שניות, מחשש לנזק למערכת.

ז. דגלון OFF

מופיע ב- ADI ובאופק המלאכותי בתא אחורי במידה שאין מתח ב- AN/AJB - 7, או כשאחד הערוצים שלו מנותק, או כאשר לוחצים על מתג FAST ERECT.

אזהרה !

יש תקלות העלולות לגרום לנתונים מטעים על המחוונים, בלא שדגלון OFF מופיע. ניתן לוודא זאת על-ידי בדיקה צולבת עם מכשירים אחרים.

הערה:

דגל OFF ב- ADI מתייחס לתקלת AN/AJB - 7 בלבד. אם טסים על מצב PRIM - אין לו כל משמעות.

ח. **טייס אוטומטי**

כדי למנוע תנועות חטופות על-ידי הטייס האוטומטי, הוא מתנתק בכל מקרה של משחק בבוחר המצפנים, לבד מהזזת קו הרוחב. על מצב COMP אין אפשרות להצמיד טייס אוטומטי. בלחיצה על FAST ERECT - מתנתק הטייס האוטומטי.

הערה:

כאשר המערכת האינרציאלית על מצב ALIGN - אין לבוחר PRIM/STBY ולבוחר מוד הכיוון כל השפעה ומצב המערכת הוא STBY COMP.



פרק כב

מד-גובה אלקטרוני

כב-1. תיאור כללי

מד הגובה האלקטרוני המותקן במטוס, מודד את הגובה האמיתי מעל-פני הקרקע בדיוק רב (5% ±), מגובה 0 עד 5000 רגל מעל פני הקרקע. מגבלות התפעול מאפשרות למערכת לפעול באופן תקין עד 30° הטייה ועד 35° בעלרוד. עיקרון פעולת המכשיר מתבטא בשידור גל רצוף בעל תדירות משתנה ובמדידת תדירות הדופלר הנוצרת בין הגל היוצא לגל החוזר.
המחוון, הנמצא בצד שמאל של לוח המכשירים הראשי שבתא הקדמי, נותן קריאה ישירה עד גובה 5000 רגל.

כב-2. עיקרון הפעולה

משדר מד הגובה משדר גל רצוף בתדירות 1600 עד 1660 mh . עוצמת השידור קבועה (0.8 וט) וקצב השתנות התדירות הוא מחזור אחד בשנייה.
ברגע שחוזר הד מהקרקע, מיוחסת התדירות שלו לתדירות המשודרת באותו רגע, והפרש התדירויות מתורגם לגובה מעל-פני הקרקע.
כדי למנוע אי-דיוקים כתוצאה מתחום פעולה נרחב (0 עד 60 mh), וכדי למנוע טעויות קליטה בנקודות השיא של מחזור התדירויות, מיוצרת במכשיר תדירות ייחוס המשתנה לפי תוכנית קבועה בהתאם לתדירות השידור.
למעשה, מודד המכשיר את תדירות הייחוס ואת ההפרש בין תדירות זו לתדירות ההד החוזר.
ע"י צירוף שני נתונים אלה הוא קובע את הגובה מעל-פני הקרקע.
כל זמן שאין למכשיר קליטה טובה של שני הנתונים האלה (תדירות ייחוס והפרש תדירויות), המחוג שבמחוון אינו מראה קריאת גובה.

כב-3. מבנה המערכת

מערכת מד-הגובה האלקטרוני כוללת:

א. משדר-מקלט המותקן בבית הגלגל הקדמי.

ב. שתי אנטנות הנמצאות מתחת לגוף, ליד שורש שפת ההתקפה של הכנף (אנטנת השידור נמצאת בצד ימין ואנטנת הקליטה - בצד שמאל).

ג. מחוון הגובה האלקטרוני - הנמצא בתא הטייס הקדמי, בצדו השמאלי של לוח המכשירים הראשי.

כב-4. מחוון מד-הגובה

למחוון מד-הגובה האלקטרוני מחוג אחד ולוח שנתות קבוע. חלוקת הלוח היא לינארית בין 0 ל-100 רגל, ולוגריתמית בין 100 ל-5000 רגל. דבר זה מאפשר קריאה מדוקת של הגובה בגבהים נמוכים.
בפינה השמאלית של המחוון נמצא כפתור התפעול, ובפינה הימנית שלו - מנורת אזהרה אדומה. ניתן לשנות את עוצמת האור של המנורה, אך לא ניתן לכבותה לגמרי.

כב-7. תקלות

א. במקרה של תקלה במערכת מעל גובה 5000 רגל, לא יהיה שום סימן לתקלה עד לירידה לתחום התפעול של המכשיר.

ב. בדיקת המכשיר ע"י הכפתור אמורה לבדוק את פעולת מערכת הנעילה, ולא את השידור והקליטה של גלי ה-מכ"מ.

פרק כג

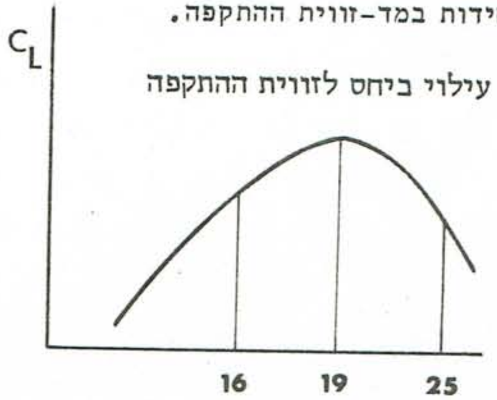
תכונות טיסה

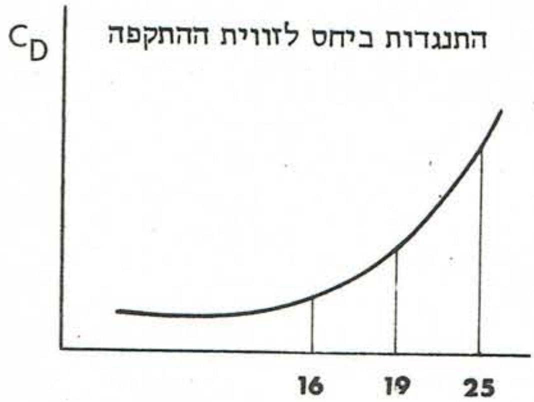
כג-1. כללי

הגורמים הראשיים המשפיעים על תכונות הטיסה של מטוס משוך-כנף דוגמת ה- F-4 הם זווית ההתקפה והיחס בין מרכז הכובד למרכז הלחץ (Static margin).
זווית ההתקפה היא הזווית בין זרימת האוויר למיתר הממוצע. היחס בין מרכז הכובד למרכז הלחץ הוא המרחק ביניהם.

כג-2. מד-זווית ההתקפה

במטוס קיים מד-זווית-התקפה המראה את זווית ההתקפה ביחידות מ-0 - 30. זווית ההתקפה הנמדדת היא בין 10° ל- $+40^\circ$.
כאשר הגלגלים במצב תחתון, מזייף מד-זווית ההתקפה ביחידה 1. הוא מראה יחידה אחת יותר מאשר השבשבת נמצאת באמת. זיוף זה הוא מחמת הסטת הזרימה על השבשבת המודדת את זווית ההתקפה.
טעויות במד-זווית ההתקפה יכולות להיגרם על-ידי טיסה בהחלקה. כל 10° החלקה יגרמו לטעות של כ- 2 יחידות במד-זווית ההתקפה.





כג-3. תמרון בזווית-התקפה נמוכה

התנגדות המטוס היא במינימום, בזווית-התקפה של כ-5 יחידות (קרוב ל-0 $g = 0$). האצה טובה ביותר תתבצע בנתונים של 5 - 10 יחידות זווית-התקפה. זווית-התקפה נמוכה תיתן האצה טובה ביותר ממהירות תת-קולית לעל-קולית, מבחינת זמן, דלק ומרחק.
בהיחלצות ממצב של מהירות נמוכה ומצב אף גבוה, או כל מצב של הזדקרות, יש להטיס את המטוס בנתוני 5 - 10 יחידות זווית-התקפה. בנתונים אלה יורדת מהירות ההזדקרות כמעט ל-0. היחלצות יכולה להיעשות כמעט בכל מהירות. ההגה אפקטיבי במהירויות נמוכות ויש לשים לב לתפעול עדין של ההגאים ולמניעת כל תנועה של מאזנות או סבסוב.

כג-4. תמרון בזווית-התקפה בינונית

תמרון בזוויות-התקפה רגילות של 5 - 15 יחידות הוא נורמלי ואינו דורש טכניקה מיוחדת השונה מזו שבמטוס אחר.

כג-5. **תמרון בזווית-התקפה גבוהה**

תכונות התמרון של המטוס בזוויות גדולות מ-15 יחידות זווית-התקפה, שונות מהתכונות המוכרות של מטוסי הדלתה ושל מטוסים אחרים.
בזוויות-התקפה גדולות, קיימת התופעה של סבסוב מחמת גלגול ושל גלגול מחמת סבסוב. במטוס זה, מורגשות תכונות אלו יותר מאשר במטוסים אחרים, מחמת זוויות ההתקפה הגדולות ובשל דיהדרל קצות הכנפיים.

א. <u>השפעת הדיהדרל (גלגול מחמת סבסוב)</u>

הפעלת הגה הכיוון גורמת לגלגול המטוס בכיוון הפעלת ההגה. תכונה זו בולטת במיוחד בזוויות-התקפה גדולות. בזוויות-התקפה גדולות מ-15 יחידות, המטוס יגלגל הרבה יותר מאשר יסבסב עם הפעלת הגה-הכיוון. בזוויות אלו יתקבל הגלגול המהיר ביותר על-ידי הפעלת הגה הכיוון, ולא על-ידי הפעלת המאזנות.
עם הפעלת הגה הכיוון, המטוס יסבסב, הכנף החיצונית תקבל זרימה ניצבית יותר, וכתוצאה מכך יהיה לה יותר עילוי. החלק החיצוני של הכנף בעל הדיהדרל, יקבל זרימה מצדו החיצוני, ועל-כן כוח העילוי יהיה גדול יותר. הכנף הפנימית תוסתר על-ידי הגוף, והזרימה תפגע בה בזווית לאורכה ולא לרוחבה. היא תקבל פחות עילוי, וכך יווצר הגלגול.

ב. <u>גרר המאזנות</u>

המאזנות במטוס זה יורדות כלפי מטה בלבד וקיימים מחבלים העולים למעלה, בכיוון נגדי למאזנות. בזווית-התקפה גבוהה, גורמת המאזנת היורדת לגרר הרבה יותר גדול מהמחבל העולה זה יוצר גרר מאזנות גדול, הגורם לסבסוב הפוך מכיוון הגלגול הרצוי. סבסוב זה בזוויות-התקפה גבוהות יגרום לגלגול הפוך מהרצוי. בזוויות-התקפה גבוהות ובתמרון מכסימלי, יש להימנע מתפעול המאזנות, משום שכל הפעלת מאזנת תגדיל את זווית ההתקפה על הכנף בה יורדת המאזנת. הגדלה זו של זווית ההתקפה עלולה להכנים כנף זאת להזדקרות, ומכאן לסחרור אין המרחק רב.
בכל מצב שבו מורגש גרר המאזנות או החלקת אף לא מבוקרת, יש להעביר מיד מאזנות למצב אדיש ולגלגל את המטוס בעזרת הגה הכיוון.

ג. <u>תמרון מכסימלי</u>

מלבד מגבלות העומס של המטוס קיימים עוד שני גורמים המאפשרים תמרון מכסימלי: הגה גובה ומגבלות אווירודינמיות. הגה הגובה שופר בדגם F - 4E - על-ידי הוספת החריץ בשפת ההתקפה שלו. עקב שינוי זה יש אפשרות לתמרן את המטוס יותר טוב בנתונים דומים בהשוואה ל- F - 4D . מגבלת תמרון של הגה הגובה באה לידי ביטוי רק במאך גבוה, שבו תפעול מלא של ההגה לא יביא את המטוס למגבלות עומס או למגבלות אווירודינמיות.
במגבלה האווירודינמית - הזדקרות באה לידי ביטוי בזוויות-התקפה גבוהות. תפעולי המטוס ב-19 - 20 יחידות יתנו את התמרון המכסימלי.

כג-6. **נחיתה**

מהירות הגישה האופטימלית עם גלגלים מטה היא 19.2 יחידות AOA . מהירות זו טובה לגבי כל סוגי הנחיתות בלי מדפים, ובכל המשקלים המותרים לנחיתה. אין צורך להוסיף מהירות לנחיתה בנחיתות במזג-אוויר או רוח-צד. בנחיתה עם מנוע אחד רצוי לשמור על 17 יחידות עד למצב שבו ברור שהנחיתה מתבצעת, ורק אז להקטין מהירות לנחיתה (זאת כדי לאפשר הליכה-סביב בטוחה).
בנחיתה, יש לשים לב ולזכור, שהרבה מהעילוי בא מחמת זרימת אוויר מהמנוע על הכנפיים (BLC).
כל סגירת מנוע תגרום להקטנה בעילוי, לרבות ההקטנה בסחב. בשל כך, יש להימנע מסגירות חטופות של המנוע בגישה הסופית.

כג-9. תמרון במשקל מירבי

מלבד הנתונים בסעיף "יציבות אורכית" (10, להלן) יש לשים לב להמראות במשקל מירבי ולהמריא עם הגה מלא אחורנית, לקבלת ביצועי המראה מתאימים לאלה שבגרפים.

א. <u>תמרון</u>

במשקל מירבי נמצא המטוס בדרך-כלל עם מרכז כובד אחורי. יש לזכור שלכל מצב טיסה יצטרך המטוס זוויות-התקפה גבוהות מהרגיל. מצב זה מקרב את המטוס להזדקרות ומקטין את ההתראות השונות. כמו-כן גם תגדל ההתמדה של המטוס. שינוי גדול בתכונות הטיסה מורגש בתדלוק באוויר, מחמת השינוי הפתאומי במשקל המטוס. בביצוע תרגיל כזה יש להתחשב בשינוי, ואם נמצאים עם מטען חיצוני - יש להיות במהירות מספיקה למניעת מצבים הקרובים להזדקרות.

ב. <u>נחיתה</u>

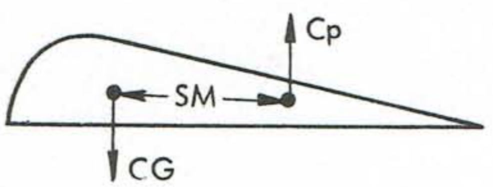
רצוי לעשות כל מאמץ להקטנת משקל המטוס לפני נחיתה-חירום. משקל נוסף מקטין את הסחב הנוסף מעל הסחב הדרוש, ולכן יש לבצע נחיתה זו בזהירות וללכת-סביב מוקדם ככל האפשר (במקרה של הליכה סביב).
במהירויות נמוכות, יש לבצע הקפה גדולה מהרגיל ולהימנע מביצוע תמרונים חריפים ומעומסים גדולים על המטוס.
במקרה הצורך, אין להימנע משימוש במבער אחורי להפסקת שקיעה. מגבלת משקל לנחיתה - 46,000 ליברות.

כג-10. יציבות והיגוי

בניתוח יציבות והיגוי יש לזכור שקיימים שינויים גדולים ביציבות המטוס ובאפשרויות ההיגוי שלו בתנאי טיסה שונים. היציבות משתנה עם מספר המאך ועם מיקום מרכז הכובד. ההיגוי מושפע גם הוא ממספר המאך, אבל לא פחות מזאת הוא מושפע מהלחץ הדינמי.

כג-11. יציבות אורכית

א. מגבלת מרכז כובד קדמית מבוססת על חוזק המטוס ועל יעילות הגה הגובה. מגבלת מרכז כובד אחורית מבוססת על יציבות אורכית. למטוס חלק - מגבלת מרכז הכובד האחורית היא 36% של המיתר הממוצע. מגבלת מרכז הכובד הזאת מספקת Static Margin מספיק (S . M הוא המרחק שבין מרכז הכובד למרכז הלחץ).



עם הזזת מרכז הכובד לאחור, לכיוון מרכז הלחץ, מקטינים את המרווח ביניהם ומקטינים את היציבות. תזוזת מרכז הלחץ קדימה, גם היא משפיעה במידה שווה, על הקטנת היציבות.

ב. תזוזה ברורה של מרכז הלחץ מורגשת במעבר המאך. עם ירידה ממאך גבוה למהירות תת-קולית, זז מרכז הלחץ תזוזה גדולה קדימה, מקטין בכך בבת-אחת את יציבות המטוס וגורם לתנועה גדולה יותר של עלרוד (אם המטוס היה בפנייה וכוח קבוע הופעל על המטה).

ג. תצרוכת הדלק בזמן טיסה משפיעה על היציבות בהתאם לדלק הנצרך ולמיכלים מהם נצרך.
בזמן העברת מיכל גחון, נשאר מרכז הכובד קבוע.
בזמן העברת מיכלי הכנפיים הנתיקים, נע מרכז הכובד קדימה, עד לסיומם. עם העברת המיכלים הפנימיים, נע מרכז הכובד אחורה, בגלל מילוי

הגוף על-ידי מיכלי הכנפיים. מרכז הכובד נע קדימה עם העברת מיכלי הגוף.

ד. במקרים קיצוניים של מרכז כובד אחורי, רצוי לעצור העברת דלק מהכנפיים ומהנתיקים ובכך להזיז את מרכז הכובד קדימה. במקרה זה יש להקפיד היטב על העברת הדלק החיצוני בזמן. התצוגה על מד-הדלק תראה את תנודת מרכז הכובד במשך הטיסה:

8000 ליב׳ - מרכז כובד אחורי.
5500 ליב׳ - מרכז כובד מאוזן.
2500 ליב׳ - מרכז כובד קדמי.

כג-12. תחום תת-קולי

א. <u>תצורת המראה</u>
ביצועי ההמראה מבוססים על משקל ההמראה ועל מיקום מרכז הכובד. מהירות הניתוק היא פונקציה של משקל ההמראה. במהירות בה יספקו הכנפיים עילוי שמתגבר על משקל המטוס - יתרומם המטוס מן הקרקע. מהירות הרמת גלגל האף היא פונקציה של מרכז הכובד, של מצב הגה הגובה ושל משקל המטוס. מייצב הגובה של המטוס אינו יכול להזדקר בהמראה, ולכן שיטה של מייצב-לגמרי-אחורנית, תביא להרמת אף מוקדמת ביותר.
במצב מוט היגוי-לגמרי-אחורנית - ישפיע מרכז הכובד על מהירות הרמת האף. מרכז כובד קדמי - מהירות גבוהה, מרכז כובד אחורי - מהירות נמוכה.
מיד לאחר הרמת האף יש לשחרר במקצת את הגה הגובה כדי למנוע עלייה חריפה מדי של האף ושפשוף הזנב.
בהמתנה ממושכת או בהסעה ממושכת, יזוז מרכז הכובד קדימה כ-1% לכל 1000 ליב׳ דלק נצרכים. מהירות הרמת האף עולה בכ-4 עד 5 קשר לכל 1% של תזוזת מרכז כובד קדימה.

ב. <u>תצורת נחיתה</u>
בנחיתה קיימת יציבות אורכית טובה, מלבד בנתונים של כ-10 קשר מעל ההזדקרות. בנתונים אלה זז מרכז הלחץ קדימה וגורם לנטייה להרמת אף קלה.
יעילות הגה הגובה יורדת במקצת עם הורדת מלוא מדפים, עקב תזוזת מרכז הלחץ אחורנית, ועקב ערבול הזרימה שלפני ההגה על-ידי המדפים. על-אף-זאת, היעילות מספיקה לכל תפעול דרוש בתצורה זאת.
בגובה נמוך, כאשר אפקט הקרקע מתחיל להשפיע, מוקטנת שוב יעילות הגה הגובה ולפעמים יתכן להגיע למהלך מכסימלי של מוט ההיגוי אחורנית בהצפת המטוס מהנכמה חדה.
לקראת נחיתה, רצוי, כמו בזוויות-התקפה גבוהות באוויר, להשתמש בהגה הכיוון לגלגול המטוס לתוך הרוח וכד׳. במקרה של שימוש במאזנות, יופעל הגה הכיוון במקביל על-ידי ה- ARI ויבטיח פנייה מתואמת.
מלבד בנתוני נחיתה אסימטריים או ברוחות משתנות חזקות, אין צורך ביותר מאשר כמויות קטנות של מאזנות בנחיתה. לקראת ההזדקרות (5 - 10 מעלות) תורגש אי-יציבות בגלגול, ונפילות כנף יורגשו במידה הולכת וגוברת עם הקטנת המהירות.

ג. <u>מטוס נקי</u>
במהירויות בהן זווית ההתקפה מתחת ל-15 יחידות, טובים יציבות המטוס וההיגוי בכל המישורים. לגלגול - כמעט אין צורך בהוספת הגה-כיוון, ופניות מתואמות נעשות בעזרת המאזנות בלבד.
בהפעלת מאזנת חריפה יורגש מעט גרר-מאזנות גם בתחום של זוויות התקפה בינוניות, אך משכך הסבסוב יתאם את המטוס מיידית.

כג-13. יציבות בתחום עבר-קולי

א. גובה רב

בגובה רב בתחום עבר-קולי, גדלה במידה מסוימת, יציבות המטוס, אך יעילות הגה הגובה קטנה. עובדות אלו מחייבות יותר הגה לביצוע תרגילים. מעבר ממהירות עבר-קולית לתת-קולית תוך ביצוע תמרון, יגרום להרמת אף (התלויה בלחץ על המטה ובמידת הפעלת ההגה לפני המעבר). אם אין מצפים לתופעה זאת, אפשר להיכנס לתחום הרעידות שלפני ההזדקרות, או בגבהים יותר נמוכים, לעבור את מגבלת העומס. תופעה זו מוכרת בכל המטוסים משוכי-הכנף ונגרמת עקב מעבר מאיזור שבו יציבות גדולה לאיזור שבו יציבות נמוכה ומיעילות הגה-גובה קטנה ליעילות גבוהה.

יציבות והיגוי במישור הגלגול והסבסוב הם טובים, וגלגול המאזנות מהיר יותר בתחום זה מאשר בתחום התת-קולי.

ב. גובה נמוך

יעילות הגה הגובה בתחום העבר-קולי גבוהה מאוד ויכולה לגרום לרגישות-יתר ו/או לאוסילציות עקב תפעול מוגזם.

האוסילציה תהיה הרבה יותר חריפה ואפשרית ללא משכך גובה. עזיבת ההגה תחזיר את המטוס למצב יציב (משום שהמטוס עצמו יציב) והוא יחזור לטיסה ישרה. כל זה אמור לגבי מטוס מקוזז. יש להקפיד, איפוא, על קיזוז המטוס, בייחוד בגובה נמוך ובתחום העבר-קולי. הטסה עדינה של המטוס בתחום זה תמנע כניסה לאוסילציה. בגובה נמוך יש להקפיד על קשירה ונעילה של הרצועות, כך שאם תקרה אוסילציה לא תשפיע תנועת הגוף על ההגה. שינויים חריפים של המנוע ופתיחת מבער אחורי יכולים לגרום לתחילת האוסילציה.

כג-14. יציבות בתחום העל-קולי בגובה רב

עם הגברת מספר המאך בגובה, עולה היציבות האורכית של המטוס, ויעילות הגה הגובה יורדת במידה מסוימת. אי-לכך תנועות המטה לתמרון המטוס יגדלו בתחום זה, אך לא יעברו את הצורך ב-10 - 12 ליברות כוח ל- 1 g.

עם עלייה בגובה ובמספר המאך יוגבל תמרון המטוס על-ידי יעילות הגה הגובה. לדוגמה - הגה-גובה מלא בגובה 50,000 רגל ב-2 מאך, יתן רק 3.5 g.

בנתוני טיסה אלה לא קיימות בעיות מיוחדות בתפעול הגה-כיוון ו/או המאזנות.

כג-15. השפעת מטען חיצוני על היציבות

א. מטען חיצוני משפיע בעיקר על התמדת המטוס. במשקל גבוה, יש צורך ביותר הגה לביצוע אותן הפעולות והתמדת המטוס תגרום להשהייה ביציאה מהצלילה וכד׳. המאזנות יושפעו גם הן ממטען חיצוני. שיעור גלגול יושג לאט יותר עם מטען חיצוני והגלגול עצמו יופסק באיטיות. גלגול בזוויות-התקפה גבוהות יהיה קשה יותר במטוס כבד. רוב ההגבלות למהירות טיסה עם מטען חיצוני מושפעות מחישובי חוזק המטוס והמאמצים על חלקיו השונים.

ב. כאשר מטעינים מטענים חיצוניים על המטוס, משתנה יציבותו עקב שינוי מרכז הכובד ושינוי מרכז הלחץ, בהתאם לצורתם של המטענים. השפעתם האווירודינמית של מטענים מתחת לכנפיים, משמעותה תמיד - הקטנת היציבות. לצורך חישוב מהיר ופשוט של יציבות המטוס בתצורות שונות, נתנו לכל מטען חיצוני מספר יחידות יציבות, וחיבורן מאפשר לבדוק לפני הטיסה אם המטוס נמצא בתחום היציבות המותרת. לאחר חישוב היציבות וחישוב מרכז הכובד, אפשר לבדוק על גראף היציבות אם המטוס נמצא בתחום המותר לטיסה.

בזמן הטיסה לא תשתנה יציבות המטוס, אם לא יושלכו המטענים החיצוניים. מרכז הכובד יזוז בהתאם לצריכת הדלק ואפשר לחשב על הגראף את התנאים השונים במשך הטיסה. בנתונים קיצוניים של חוסר יציבות יהיה קשה מאוד להטיס את המטוס בנתונים מדויקים ובעקיבה אחרי מטוס אחר.

ג. בתכנון טיסה עם מטענים חיצוניים, יש לקחת בחשבון את היציבות האורכית ולנסות לפזר את המטענים כך, שיתנו יציבות אורכית נוחה. מטענים המוטענים על נקודות כנפיים פנימיות נותנים תזוזת מרכז כובד קדימה. טילי "ספרו" בנקודות הקדמיות נותנים מרכז כובד קדמי. מטענים גדולים וקלים עם מספרי יציבות אווירודינמית גדולים, לא ישפיעו על הזזת מרכז הכובד קדימה, גם אם יהיו בנקודות הפנימיות (2 ו-8).
מטענים הנישאים בגחון המטוס לא ישפיעו על היציבות מבחינה אווירודינמית, אלא רק על מרכז הכובד.

כג-16. טיסה עם מטענים אסימטריים על הכנפיים

א. <u>המראה</u>
המראה עם מטען אסימטרי, יכולה להיעשות עם מטען מקביל או שווה למשקל מיכל דלק מלא בנקודה חיצונית, על מטוס חלק.
טכניקת ההמראה דומה לטכניקה בהמראה עם רוח צד. בהמראה תורגש נטייה חזקה של המטוס לסבסב לתוך הכנף הכבדה. בהאצה גדולה תורגש נטייה זו יותר מאשר בהאצה חלשה. שמירת הכיוון תיעשה בעזרת היגוי גלגל קדמי והגה כיוון. כאשר המהירות עולה, והגה הכיוון נעשה אפקטיבי, רצוי לקזז את המאזנות בכיוון הפוך לכיוון הכנף הכבדה, משום שעם הניתוק יש נטייה למטוס להתגלגל אל הכנף הכבדה. רצוי שהניתוק עצמו ייעשה בעדינות. יש להרים את גלגל האף ולאפשר למטוס להתרומם בעצמו

ב. <u>תמרון</u>
יש לשים לב בזמן תמרון עם מטען אסימטרי לצורך בהגברת תנועת המאזנות עם עליית מקדם העומס. בעומס גבוה עלולה להיווצר הזדקרות כנף אחת עקב מאזנת נמוכה, לפני רעידות, והמטוס כולו עלול להתקרב להזדקרות. שליטה על המטוס במקרה כזה, תחזור רק לאחר הגברת המהירות והקטנת ה- g . בטיסה ישרה ואופקית במהירויות רגילות קשה להבחין באי-העברת מיכל דלק אחד. לעומת זאת הדבר יורגש בבהירות בתמרון ב- g גבוה.

ג. <u>נחיתה</u>
כמו בהמראה, גם נחיתה יכולה להתבצע ללא בעיות מיוחדות עם מטען אסימטרי המקביל למיכל דלק אחד מלא על מטוס חלק. יש לבצע הקפה גדולה מהרגיל, ולהימנע מתמרונים חריפים או מ- g גבוה. בתצורת הנחיתה (גלגלים ומדפים מטה) יש לטוס במהירות הרגילה או במהירות שבה יספיק מקזז המאזנות להחזיק את הלחץ של הכנף הנמוכה.
לאחר שקבעת את המהירות הזאת, יש לשמור על מהירות זו ועל זווית התקפה זו בגישה סופית. יש להטיס את המטוס במהירות זאת עד לנגיעה במסלול, תוך הימנעות מביצוע שבירת גלישה חריפה היכולה לגרום לגלגול לכיוון הכנף הכבדה. בריצת הנחיתה, יש להתכונן לנטייה לכנף הכבדה. ניתן למנוע נטייה זו בשלב ראשון על-ידי הגה הכיוון ובשלב שני על-ידי היגוי גלגל קדמי ובלמים, במידת הצורך.

כג-17. הזדקרויות (שיוט, מטוס נקי)

א. <u>הזדקרויות רגילות</u>
להזדקרויות רגילות בטיסה ישרה ואופקית קודמת סדרה של רעידות קלות הגוברות עם ההתקרבות להזדקרות. הרעידות הקלות מתחילות כ-40 קשר מעל ההזדקרות, בסביבות 14 יחידות זווית-התקפה במקרים אחדים יכולות הרעידות לרדת בעוצמתן

בקרבת ההזדקרות, במקרים אחרים לא יורגשו רעידות חזקות. מרעיד הדוושה יפעל כאשר זווית ההתקפה תגיע ל-22.3 יחידות. רעידות הדוושה יכולות להיות בלתי מורגשות עקב רעידות המטוס כולו. נפילות כנף יתחילו כ-10 - 20 קשר לפני ההזדקרות (24 - 25 יחידות) והן יכולות להגיע עד $\pm 40^\circ$ הטייה. נפילות כנף יופיעו אם תהיה הפעלה כלשהי של מאזנות או הגה כיוון. במקרה של הגה כיוון ומאזנות אדישים לחלוטין, אין סיכויים רבים לנפילות כנף. זווית ההתקפה של ההזדקרות עצמה תהיה במקרה זה בין 27 - 30 יחידות. ההזדקרות עצמה ניכרת בהרמת אף לא מבוקרת או בסבסוב של האף לאחד הכיוונים (הסבסוב יופיע עקב איבוד יציבות הכיוון).

מיד, עם הסימנים לסבסוב, יש לצאת מההזדקרות כדי למנוע כניסה לסחרור.

היחלצות מהזדקרות נעשית על-ידי שחרור המטה קדימה ושמירת 5 - 10 יחידות זווית-התקפה. כל-זאת - תוך שמירה קפדנית על מאזנות והגה-כיוון במצב אדיש.

נפילות כנף יכולות להימשך עד לזווית-התקפה של 15 - 20 יחידות. מהירות ההזדקרות משתנה בהתאם למשקל המטוס והיא נעה בין 135 קשר מטוס נקי במשקל נחיתה, ועד 175 קשר למטוס במשקל המראה מירבי (גלגלים ומדפים מוכנסים).

ב. <u>הזדקרות בפנייה</u>

כל השלבים של התראות הזדקרות בפנייה יהיו דומים להתראות הזדקרות רגילה בטיסה ישרה ואופקית, אך פחותים בהרבה במשך הזמן ובמשך ההתראה שלהם. לפעמים יהיה קשה להרגיש ברעידות הקלות והבינוניות, אך הרעידות החזקות יורגשו מיד.

בהזדקרות בפנייה יורגשו כמעט תמיד נפילות כנף וסבסוב. גם בהזדקרויות אלה יש להקפיד על הגה כיוון ומאזנות אדישים, כדי למנוע כניסה לסחרור. ההזדקרות עצמה תורגש על-ידי סבסוב ו/או עלרוד לא מבוקרים בזווית-התקפה של כ-27 - 30 יחידות. כל ההתראות לפני ההזדקרות תלויות בתצורת המטוס, במשקל, ב- g , מצב מרכז הכובד ושיטת תפעול ההגאים על-ידי הטייס.

ג. <u>הזדקרות הפוכה (ב- g שלילי)</u>

הזדקרות הפוכה יכולה לקרות רק עקב הפעלה פתאומית וגסה של הגה הגובה קדימה בתרגילים אנכיים או בנסיקה הפוכה של יותר מ-20 מעלות מעל האופק. רעידות קלות יורגשו לפני ההזדקרות ללא נפילות כנף או סבסוב. זווית ההתקפה תהיה שלילית ותוצג על מד-זווית ההתקפה כ-0 יחידות. יציאה מהזדקרות הפוכה תתאפשר על-ידי שחרור המטה למצב אדיש ושמירת 5 - 10 יחידות, עד ליציאה מהמצב המיוחד.

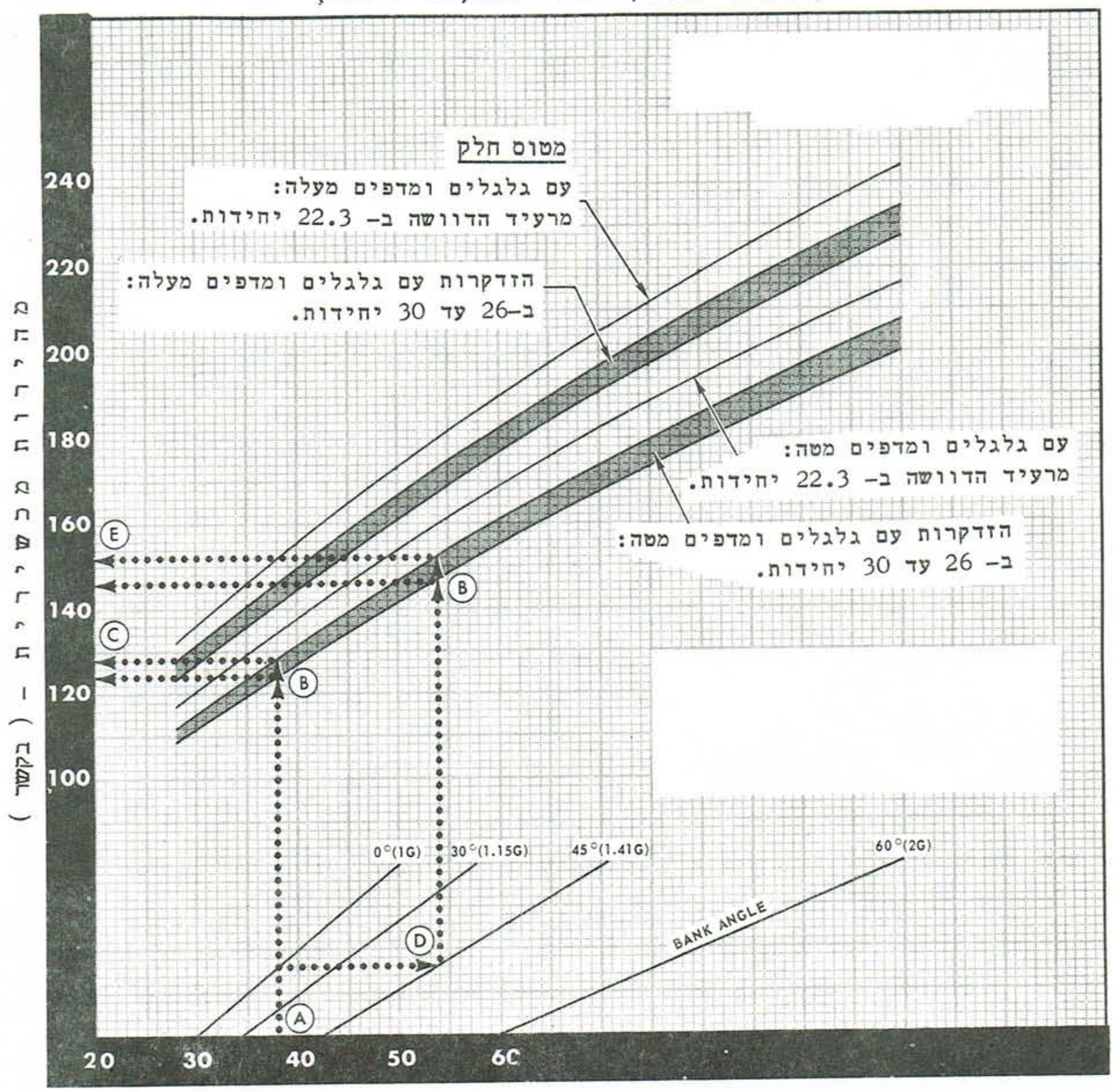
ד. <u>הזדקרות בנתוני נחיתה (גלגלים ומדפים - מטה)</u>

אין לתרגל הזדקרויות בנתוני נחיתה מעל גובה 10,000 רגל עקב ירידת היעילות של האוויר מהמנוע (BLC) והאפשרות להוצאת מערכת זו משימוש על-ידי הפעלתה מעל גובה 10,000 רגל. תרגול ההזדקרות ותפעול המטוס בטוחים לחלוטין, עם היגוי מספיק בכל הצירים, עד 24 - 25 יחידות זווית-התקפה, מלבד בתצורה של מרכז כובד אחורי שבה תורגש רגישות-יתר במישור העלרוד.

עם מדפים בחוץ וגלגלים בכל מצב שהוא, יזדקר המטוס ב-27 - 30 יחידות זווית-התקפה. אין הבדל בהתנהגות המטוס עם מלוא מדפים או חצי מדפים. ההזדקרות מורגשת על-ידי נפילות כנף והחלקות אף. פעולת הרעדת דוושת הגה הכיוון מתחילה ב-22.3 יחידות, ללא הבדל במצב המדפים. בהתקרבות להזדקרות תורגש נטייה להרמת-אף קלה ויש לשחרר את הלחץ על המטה, להחזקת האף במצב גבוה. העוצמה של הרמת-אף זו תלויה ישירות במצב מרכז הכובד של המטוס

מהירויות הזדקרות עם מנוע

(גובה נמוך עד 10,000 רגל)



רכז כובד אחורי יתן הרמת-אף יותר מורגשת). נפילות הכנף יופיעו בדרך-כלל ממש לפני ההזדקרות עצמה. נפילות הכנף יגדילו את עוצמתן עם הגדלת זווית ההתקפה, אך רק לעתים רחוקות יעלו על 35° - 30° ± הטייה בהזדקרות, וזאת אם המאזנות נשארו במצב אדיש. בתרגול, יש להיחלץ בשלב של נפילות הכנף.

בניגוד להזדקרות עם מטוס נקי בתצורה זו, אין כמעט הרגשה של הגברת הרעידות עם ההתקרבות להזדקרות. היחלצות תיעשה על-ידי שחרור המטה ופתיחת מנוע מלא. יש להקפיד שלא לעבור על מהירות 250 קשר עם גלגלים מטה. בהיחלצות יש לשים לב למד-זווית ההתקפה, בייחוד עם הכנסת המדפים, כדי למנוע כניסה להזדקרות נוספת.

כג-18. **שלבי מעבר לסחרור**

א. נפילות כנף

פעולות סבסוב/גלגול בלתי מבוקרות, נראות בעיקר באוסילציות בגלגול. חוזקן של תנועות אלה יכול להשתנות מתנועות קטנות מאוד ועד לתנועות גלגול/סבסוב גדולות מאוד. החוזק תלוי במהירות ובמשקל המטוס.

ב. החלקות אף

פעולות סבסוב/גלגול בלתי מבוקרות נראות בעיקר כתנועות סבסוב בזווית-התקפה גבוהה, יכולות תנועות אלו לגבור, אך הן יכולות גם להשתנות כתוצאה ממעבר לחוסר שליטה.

ג. איבוד שליטה

איבוד שליטה מאופיין בדרך-כלל על-ידי החלקות אף או גלגולים מהירים. בדרך-כלל יהיו הגלגולים לכיוון הפוך מהרצוי.

ד. גלגולים שאחרי ההזדקרות

מצב זה מאופיין על-ידי תנועות ללא שליטה סביב אחד (או יותר) מצירי המטוס. בדרך-כלל, גם נוצר גלגול מהיר אחרי התחלת סבסוב, במהירויות נמוכות ובזוויות-התקפה גבוהות. בעקבות איבוד השליטה,יהיו הגלגולים שאחרי ההזדקרות מאופיינים על-ידי תנועות מקריות סביב שליטת הצירים.

כג-19. **אזהרות לפני איבוד שליטה**

א. אזהרות לפני איבוד שליטה במהירויות נמוכות

(מתחת 0.8 מאך)

למטוס חלק יש בדרך-כלל אזהרה טובה במהירויות נמוכות. נפילות כנף בתדירות נמוכה קורות ב-24 - 25 יחידות זווית-התקפה ובדרך-כלל גדלות עם עליית זווית ההתקפה. לא תמיד משמשות נפילות כנף אזהרה טובה, כיוון שהן עלולות להיפסק לגמרי עם עליית זווית ההתקפה ואז המעבר לחוסר שליטה יהיה ללא אזהרה מוקדמת של נפילות כנף.

מעל 15 יחידות, חוזק הרעידות אינו עולה תמיד עם זווית ההתקפה. לעתים הכניסה למצב של חוסר שליטה מלווה ברעידות חזקות. ברוב המקרים לא ייכנס מטוס חלק למצב חוסר שליטה מתחת 28 יחידות זווית-התקפה, גם אם יופעלו מאזנות. הכנסת מאזנות בזווית-התקפה גבוהה, גורמת בדרך-כלל להגדלת זווית ההתקפה והגדלה זו גורמת למצב של חוסר שליטה, אם יש על המטוס מטען חיצוני כלשהו.

עם מטענים חיצוניים נחלשות ההתראות לפני איבוד השליטה. חוזק הרעידות נשאר דומה, אולם נפילות הכנפיים פחות חריפות ועוצמתן יותר חלשה. החלקות-אף מופיעות, אולם הופעתן קרובה מאוד לכניסה למצב חוסר שליטה, כך שמשמעותן מבחינת אזהרה - קטנה.

ב. אזהרות לפני חוסר שליטה במהירות גבוהה

(מעל 0.8 מאך)

במהירויות גבוהות יקרה איבוד השליטה בזוויות התקפה נמוכות יותר והמרווח בין האזהרות יהיה קטן יותר מאשר במהירות נמוכה. האזהרה הטבעית בזמן תמרון עדין ובינוני טובה יותר במהירות הגבוהה מאשר בנמוכה. יהיו רעידות קלות עד בינוניות מלוות בנפילות כנף בתדירות גבוהה. במעבר מטיסה על-קולית לתת-קולית המטוס נוטה לחידוד עצמי, דבר שיכול לגרום מעבר g ואף איבוד שליטה. תמרון פתאומי בזווית-התקפה גבוהה עלול לגרום לאיבוד שליטה ללא כל אזהרה מוקדמת.

כג-20. התנהגות המטוס בחוסר שליטה

א. המעבר לחוסר שליטה בגלגול נבדל מסחרור, ומאופיין בתנועה מהירה וקצרה וללא תוספת סבסובים. הגלגול הוא התנועה הברורה ביותר של חוסר שליטה. דחיפת המטה קדימה ברגע שמבחינים בסימני המעבר לחוסר שליטה, יגרמו בדרך-כלל להיחלצות לאחר גלגול אחד בלבד. על-פי-רוב לא יהיו יותר משלושה גלגולים גם כאשר פעולות ההיחלצות ייעשו באיחור. אם הגלגול נמשך, יש לדחוף את המטה קדימה עד הסוף. אין צורך לשחק במטה, אלא רק לשמור אותו במצב קדמי למשך שתי שניות (אם נחוץ). השפעת מצנח-העצירה תהיה גדולה יותר כאשר המטה קדימה. הסיכוי שמהירות המטוס תהיה גדולה מדי בעת הוצאת המצנח, קטן מאוד בגלל הירידה הגדולה במהירות במעבר לחוסר שליטה.

ב. גורמים רבים משפיעים על התפתחות ההזדקרות לסחרור או לגלגולים בחוסר שליטה. מטענים חיצוניים, מרכז הכובד, מצב כניסה, מהירות ושיעור עליית זווית ההתקפה הם הגורמים העיקריים.
מטוס חלק בעל מרכז כובד קדמי במהירות נמוכה בדרך-כלל נוטה להיכנס לחוסר שליטה בגלגול. על-פי-רוב ייגרם סחרור כאשר מרכז הכובד אחורי, המהירות גבוהה ומצב אף מטה. עם מטענים חיצוניים המטוס מתנגד יותר לכניסה לסחרור, אך לעומת זאת האזהרות חלשות יותר והמטוס עובר לחוסר שליטה בזוויות-התקפה קטנות יותר.

כג-21. סחרור

א. סחרורים נבחנו בכניסה ממצבים שונים כגון: טיסה ישרה ואופקית, פנייה, החלפות הטייה, נסיקה אנכית ונסיקה הפוכה. סחרורים יכולים להיות מוגדרים בשני שלבים בולטים: שלב ראשוני ושלב מתקדם.
בשלב ראשוני קיימות תנועות לא מוגדרות ולא רצופות בשלושת צירי המטוס.
בשלב המתקדם קיימות תנועות נמשכות, פחות או יותר יציבות, בשלושת המישורים סביב שלושת הצירים. ככל שהסחרור מתקדם, כך קשה לצאת ממנו. מד-זווית ההתקפה הוא המכשיר העיקרי לאבחנה בסוג הסחרור (ישר או הפוך). בסחרור ישר תהיה זווית ההתקפה 30 יחידות. בסחרור הפוך יעמוד מד-זווית ההתקפה על 0 יחידות. מלבד האבחנה מחוץ לתא, יהיה המכשיר העיקרי לאבחנה בכיוון הסחרור - מד-הנטייה והפנייה. המחט תופנה תמיד לכיוון הסחרור (אין להתחשב בכדור).

ב. סחרורים באים בדרך-כלל בהמשך לגלגול של חוסר השליטה. אם יוכנס מטה קדימה בזמן הגלגול, לא יתפתח הגלגול לסחרור (אם המטה יישאר קדימה עד סיום האוסילציה).
יציאה מכל הסחרורים, מלבד מסחרור שטוח, תיעשה על-ידי הכנסת מוט היגוי קדימה לגמרי (עם מאזנות והגה-כיוון אדישים).
כמובן, הוצאת מצנח בתוספת למטה קדימה, הוא פיתרון טוב. הכנסת מאזנת לתוך הסבסוב ומטה קדימה, מקטינות אפשרות של הפיכת הסחרור לצד השני, ולכן הזמן הדרוש ליציאה מהסחרור ולהפסקת הפעולות אינו קריטי.
הדרך הטובה ביותר להיווכח שאתה בסחרור היא על-ידי סבסוב מחריף ומתמשך. האף ירוץ דרך האופק או הקרקע, הסבסוב יהיה יותר נראה לעין מהגלגול, והמחט אף היא תראה את כיוון הסיבוב.

כג-22. סחרור ישר (רגיל)

הסחרור הרגיל הוא בעל אוסילציות בכל המישורים: עלרוד, גלגול וסבסוב. התנודות במישורים אלה באות בעיקר בתחילת הסחרור בשלביו הראשונים. גובה האף יכול לנוע בין 90° מתחת לאופק ועד 30° מעל האופק. הגלגול יכול להגיע ל- $\pm 60^\circ$ הטייה,

והסיבוב במישור הסבסוב ל- $10°$ - $70°$ בשנייה. הגלגול יהיה בדרך-כלל בכיוון הפוך לסבסוב ויכול להטעות בניסיון לאתר את כיוון הסחרור. כיוון הסחרור יכול להימצא על-ידי הבחנה בתנועת אף המטוס ביחס לאופק או לקרקע. הכיוון צריך תמיד להיבדק בהסתכלות במד-הפנייה בתא.

הפסד הגובה בסיבוב שלם של סחרור רגיל הוא כ-2000 רגל. זמן סיבוב $360°$ הוא בממוצע כ-6 שניות. התנועות בסחרור אינן גורמות לעומסים בלתי נוחים בתא הטייס.

כג-23. סחרור שטוח

קרו מקרים מעטים שבהם סחרור התפתח לסחרור שטוח. הסחרור השטוח שונה בתכונותיו מהסחרור הרגיל ויכול להתפתח לאחר מספר סיבובים של סחרור רגיל, או מיד בכניסה לסחרור. בסחרור זה אין תנועות גדולות בעלרוד וגלגול. לעומת זאת, עולה שיעור הסבסוב ל- $70°$ עד $120°$ בשנייה כשהאף נמצא בסביבות $10°$ מתחת לאופק. בסחרור זה מבצע המטוס סיבוב של $360°$ תוך 3 עד 4 שניות. המטוס מפסיד כ-1000 עד 1500 רגל בסבסוב. הסחרור השטוח קל לזיהוי: הוא שקט ואין כמעט אוסילציה. הטייס יהיה משוך מעט קדימה על הכיסא. אין פעולות מומלצות ליציאה מסחרור שטוח. יש לזכור שפעולות נכונות בשלבים ראשונים של חוסר שליטה במטוס ימנעו כניסה לסחרור, ובכלל זה סחרור שטוח.

<u>הערה:</u>

האפשרויות להיכנס לסחרור שטוח במטוס F -4E קטנים בהרבה מאלה שבדגמים הקודמים, הודות למרכז כובד קדמי יותר ב- F - 4 E

כג-24. סחרור הפוך

כניסה לסחרור הפוך יכולה להיגרם עקב תפעול לא נכון של ההגאים בטיסה הפוכה או בתמרון אנכי. בסחרור ההפוך יהיה g שלילי וזווית-התקפה של 0 על מד-זווית ההתקפה. כיוון הסחרור יוכל להימצא על-ידי הסתכלות על מד-הפנייה. כיוון המחט הוא כיוון הסחרור.

כג-25. השפעות גורמים חיצוניים על הסחרור

א. <u>מטען אסימטרי</u>

עם מטענים אסימטריים קטנה האזהרה לפני הכניסה לחוסר שליטה. במטענים אסימטריים גדולים (כגון נתיק 370 גלון בקצה הכנף) האזהרה אינה מופיעה כלל. איבוד השליטה כתוצאה מנפילות כנף קורה מיד לאחר שמופיעות החלקות-אף. בכל התצורות מוקטנת האזהרה הטבעית בתמרונים פתאומיים. רעידת הדוושה אינה מורגשת בגלל רעידות המטוס. שחרור המטה, אם נעשה לפני איבוד השליטה, יקטין את זווית ההתקפה.

עם מטען אסימטרי, נטיית המטוס להיכנס לסחרור תהיה גדולה יותר. דחיפת מוט ההיגוי קדימה במצב חוסר השליטה, יכול להגביל מצב זה לגלגול בלבד. בכל מקרה ייכנס המטוס לחוסר שליטה בכיוון הפוך לכנף הכבדה. סחרור במטענים אסימטריים הוא אוסילציוני מאוד. מוט היגוי קדימה יספיק בדרך-כלל, אלא שהסחרור עלול להימשך 6 או 7 סיבובים.

המצנח משפיע פחות, אך יעזור במניעת אוסילציה בזמן היציאה.

ב. מטוס כבד

נטיית מטוס כבד להיכנס לסחרור, גדולה משל מטוס קל. התמדת המטוס תהיה גדולה. האתראות יהיו פחותות ומאוחרות. יציאת המטוס מאוחרת יותר.

ג. מטענים חיצוניים

מטענים חיצוניים אינם משפיעים על כניסה או על יציאה מסחרור ואין להשליכם. הסיכוי לנזק מפגיעת המטענים במטוס, גדול מהאפשרות שיפריעו ליציאה מסחרור.

ד. מרכז כובד אחורי

מרכז כובד אחורי יגדיל את סיכויי המטוס להיכנס לסחרור, יקטין את האתראות לפני הסחרור, ויכביד על היציאה מהסחרור. סיכויי כניסה לסחרור שטוח גדלים עם תזוזת מרכז הכובד אחורנית.

ה. מנועים וגרר

אין השפעה למנועים על הסחרור, אך אם יישארו המנועים פתוחים, קיימים סיכויים רבים להזדקרות מדחס על מנוע אחד או שניהם. מומלץ, לכן, לסגור את המנועים לסרק מיד עם הכניסה לסחרור.
לגרר חיצוני כגון מעצורי-אוויר, אין השפעה על הסחרור ואין חשיבות להימצאו. גרר סימטרי (כגון נקודות התלייה 2 ו-8) מקטינות את נטיית המטוס להיכנס לסחרור.

כג-26. **היחלצות**

א. מסחרור ישר

1) מטה - קדימה מלא.
2) מאזנת - מלא לכיוון הסיבוב.
3) מצנח - בחוץ.

עם תחילת ההיחלצות מהסחרור תגבר האוסילציה. האוסילציה החזקה ביותר היא כשהמטוס מתחיל לצאת מהסחרור. העומס יהיה אפס עד שלילי. מצב זה הוא המציין הטוב ביותר לתחילת ההיחלצות ויש להחזיק את המטה קדימה ומאזנות חזרה לאמצע, עד שנגמרים כל האוסילציות בסבסוב ובגלגול.
כשהמטוס נחלץ ומתחיל "לנשום", עלול להתפתח גלגול היחלצות. זווית-התקפה תהיה על-פי-רוב בין 10 - 20 יחידות. המהירות תעלה. הגלגולים ייפסקו אחרי גלגול אחד או שניים, כאשר המטה קדימה לגמרי.
ברגע שנגמרה האוסילציה, השימוש בהגאים ובמנוע הוא נורמלי. אין לעבור 19 יחידות זווית-התקפה ביציאה מהצלילה בגובה נמוך.
אין חובה להשליך את המצנח. הוא יתנפח וייגרר מאחור וכשהמהירות תעלה - ייקרע מעצמו. צפה להזדקרות מדחס או לכביית מנוע(ים) אם לא סגרתם לסרק.
אם לא יצאת מהסחרור עד גובה 10, הכן את עצמך ואת הנווט לנטישה. נטוש בגובה 6000 רגל מעל הקרקע לכל המאוחר.

ב. מסחרור שטוח

מוט היגוי קדימה מיד עם הכניסה לסחרור, יקטין ל-0 את הסיכויים להיכנס לסחרור שטוח. אין פעולות מומלצות ליציאה מסחרור שטוח. נסה את כל האפשרויות. אפשר לנסות להשליך מטענים חיצוניים, להוציא גרר ולנסות כל פעולה אחרת בלתי שגרתית.
זכור: שים-לב לגובה ונטוש בזמן.

ג. סחרור הפוך

סחרור הפוך הוא נדיר וקל מאוד לצאת ממנו. נוהל "חוסר שליטה" יאפשר היחלצות מהירה.

1) מטה - שחרר.
2) מאזנות והגה-כיוון - במצב אדיש.
3) מצנח - הוצא.
4) מצערות - לסרק.

כג-27. **סיכום**

כניסה לסחרור אינה מקרית והיא תוצאה של סדרת טעויות. המטוס יציב ואינו נוטה להיכנס לסחרור, אפילו עם מטענים אסימטריים ומטוס עמוס.
היציאה מהשלבים הראשונים קלה ודורשת רק שחרור המטה ואי-תפעול מאזנות והגה-גובה. אם לא יוצאים בשלב זה - קיימים כל הסיכויים לצאת על-ידי <u>תפעול מצנח-עצירה.</u> רק לאחר שלבים אלה יש לתפעל מאזנות. מטוסי פנטום לא מעטים נפלו וטייסים נהרגו כתוצאה מאיבוד שליטה בגבהים נמוכים ובתמרונים שונים, שאינם דווקא קרב אוויר. הדרך היחידה למנוע זאת היא <u>מניעת זווית-התקפה גבוהה.</u>
טייס שמבין ומשגיח על כל האזהרות האפשריות הוא בעל הסיכוי הטוב ביותר למנוע איבוד שליטה ולהטיס את המטוס לביצועים מירביים.

<u>סיכום הפעולות להיחלצות</u>

א. <u>איבוד השליטה</u>

1) מטה - קדימה.
2) מאזנות והגה-כיוון - במצב אדיש.
3) אם לא הועיל - המשך לדחוף והוצא מצנח.
4) מצערות - לסרק (לא בגובה נמוך).

ב. <u>סחרור</u>

1) מטה - מלא קדימה.
2) מאזנת - מלא לכיוון הסיבוב.
3) מטוס משוחרר (g אפס עד g שלילי) - מאזנת לניוטרל.
4) גובה 6 (מעל הקרקע) - נטוש!

ג. <u>סחרור הפוך</u>

פעולות כמו באיבוד שליטה.



פרק כד

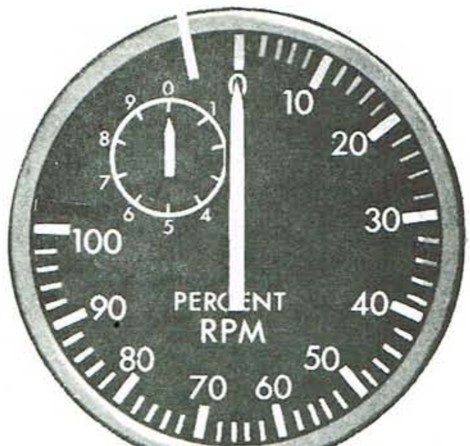
מגבלות תפעול

כד-1. מגבלות מנוע

א. התנעת כדור פירוטכני

בין התנעה להתנעה יש להמתין חמש דקות לפחות.
אין לבצע יותר מ-2 התנעות בפרק זמן של 60 דקות.
כדי לבצע התנעה פנימטית לאחר התנעת כדור פירוטכני, יש להמתין חמש דקות.
במקרה שאין הצתת כדור בכלל, מספיק לחכות דקה אחת בלבד.

ב. סל"ד המנוע



מכסימום סיבובים
יציבים בטיסה 102% סל"ד

מד סל"ד המנוע

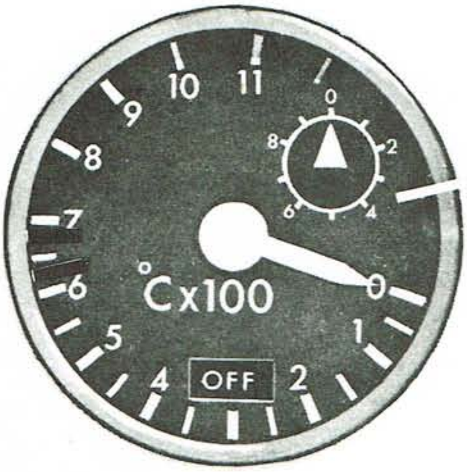
1) בתפעול רגיל - סל"ד מירבי אינו צריך לעלות על $100 \pm \frac{1}{2}\%$.

2) מגבלה מירבית של סל"ד יתר על הקרקע - 103%, ובאוויר - 102% (ללא הגבלת זמן, אך יש לרשום תקלה).

3) נפילת סל"ד מירבית מותרת בזמן הפעלת מבער אחורי - 87% למשך 12 שניות.

ג. טמפרטורת מנוע

1) טמפרטורה מירבית יציבה - 680°C.



מד- טמפרטורת צינור הפליטה

2) מגבלות זמן בהתאם לטמפרטורה (°C):

מצב	טמפרטורה	זמן
בזמן התנעה	1000	3 שניות
בזמן התנעה	980	10 שניות
בזמן התנעה	940	50 שניות
בזמן התנעה	900	1:30 דקות
בזמן התנעה	733	2:20 דקות
בזמן התנעה	705	2:20 דקות
בכל מצב מלבד התנעה	מעל 750	3 שניות
בכל מצב מלבד התנעה	680	ללא הגבלת זמן

הערות

א) אם הושגה אחת המגבלות הנ"ל, יש לבטל את הטיסה ולרשום זאת בספר המטוס.

ב) אם הטמפרטורה בזמן התנעה עולה מעל 705°, לפרקי זמן קצרים מאלה הרשומים בטבלה, יש לרשום זאת בספר המטוס, אך אין צורך לבטל את הטיסה.

ד. <u>פתיחת מצערת מהירה</u>

בתפעול המטוס עם מדפים מטה ותא דחוס (אוויר מהמנוע נלקח לדיחוס התא ולבקרת שכבת הגבול), כאשר הטמפרטורה החיצונית נמוכה מ-°37, פתיחת מנוע פתאומית עלולה לגרום לקפיאה רגעית של הסיבובים. באותם התנאים, עלולה פתיחת מצערת מהירה ישר להחום המבער המלא, לגרום לתנודות עולות ויורדות של ה-סל"ד, עד להתייצבותו במכסימום סל"ד. לכן, כדי לפתוח מבער בתנאים אלה, יש לפתוח תחילה את המנוע למבער מופחת, לתת ל-סל"ד להתייצב, ורק לאחר מכן לפתוח למבער מלא.

ה. <u>סל"ד בכיבוי מנוע</u>

במקרה של כיבוי מנוע לא במצב חירום (תרגול וכדומה) יש לסגור מצערת למהלך סרק, לתת לטמפרטורה להתייצב, ורק אז לכבות את המנוע. לפני הכיבוי, יש לשמור על מהירות כזו אשר תתן לא פחות מ-7% סל"ד מנוע. 7% סל"ד או יותר מבטיחים שימון תקין של המנוע.

בכל מקרה שמצב החירום אינו דורש זאת, אין לתת ל-סל"ד לרדת מתחת ל- 7% למשך יותר מ-10 דקות. מספר הפעמים בהם מותר למנוע להיות מתחת ל-7% סל"ד אינו מוגבל, בתנאי שזמן זה לא יימשך יותר מ-10 דקות.

ו. <u>מגבלת הצתת מנוע</u>

כפתור ההצתה שעל המצערת מוגבל ללחיצה כלהלן: 2 דקות לחיצה רצופה, 3 דקות הפסקה, 2 דקות לחיצה פעם שנייה ו-23 דקות הפסקה עד להתנעה נוספת.

ז. <u>מגבלת כיבוי מבער</u>

במהירויות מכשירית גבוהות ובמאך גבוה, יש לכבות את המבער בהדרגה (כאשר רוצים לכבותו), וזאת, כדי להאט את המטוס לפני סגירת התריסים. סגירת מנוע פתאומית ממצב מבער למצב מנוע יבש גורמת לסגירת התריסים אשר כתוצאה ממנה פועל עליהם לחץ אוויר גבוה מאוד העלול לגרום נזק לצילינדרים המפעילים ולתריסים עצמם. לכן, יש לסגור מבער למופחת בשלב ראשון, כדי להקטין את המהירות, ורק לאחר - מכן לסגור מנוע ולמנוע יבש.

גרף מגבלת המהירות מראה את האיזור שמעליו צריך לסגור מבער בהדרגה, אם רוצים להאט.

ח. <u>מגבלות g למנוע</u>

המטוס מוגבל ל-30 שניות g שלילי של - 10 שניות g אפס, כדי לאפשר עבודת תריסים תקינה.

ט. <u>מגבלת מהירות למנוע</u>

מגבלות המהירות למנוע מפורטות בטבלה הבאה:

<u>ט ב ל ת מ ג ב ל ו ת מ ה י ר ו ת ל מ נ ו ע</u>

גובה	מצב קבוע	לא מורשה	מגבלה רגעית
גובה פני הים עד 30,000 ר׳	750 קשר או מנורת טמפ׳ פגיעה נדלקת (121°C) (מה שמופיע קודם)		אין
30,000 רגל ומעלה	710 קשר או מנורת טמפ׳ פגיעה נדלקת (מה שמופיע קודם).		מותר לטוס עם מנורת טמפ׳ פגיעה דולקת במשך 5 דקות, אך לא מעל 710 קשר. אין לעבור את מספר המאך שבו נדלקה מנורת טמפ׳ הפגיעה, ביותר מ-0.4 .

י. <u>מגבלת שימוש בדלק חילופי</u>

המנוע יכול לפעול עם מספר סוגי דלק. סוגי הדלק הבאים בחשבון הם: ASTM JET-1, JP-1, JP-5 (דלק מסחרי). ASTM JET B (דלק מסחרי), NATO F-35, NATO F-34.

כאשר אחד הדלקים הנ"ל נמצא בשימוש, התנעת המנוע ופעולתו משביעה רצון, אך טמפרטורת האוויר החיצוני צריכה להיות גבוהה מ- 29°C -, וטמפרטורת הדלק - גבוהה מ- 23° -. התנעה באוויר תוכל להתבצע עד גובה 40,000 רגל ולא מעל 1.0 מאך. בכל מקרה של שימוש בדלק לא סטנדרטי, יש לכייל את וסת הדלק של המנוע ושל המבער, בהתאם למשקל הסגולי של הדלק אשר בשימוש.

במצבי חירום, כאשר אין להשיג אף לא אחד מסוגי הדלק החילופיים, ניתן להשתמש בסוגי הדלק הבאים: 115/145, AVGS, MIL - J - 5572 B.

אם משתמשים בדלק מסוג AVGAS המטוס מוגבל לטיסה אחת בלבד אשר לא תימשך יותר מ-5 שעות. כמו כן, יש לטוס במהירות תת-קולית. משך ההתנעה יהיה ארוך יותר, וכן האצות המנוע. תתכן הזדקרות מדחס בזמן ההתנעה, והמנוע לא יגיע למגבלות של ה-סל"ד והטמפרטורה הרגילות. כוח המנוע עם מבער יהיה נמוך מהרגיל. טווח המטוס יקטן.

כד-2 מגבלות מהירות

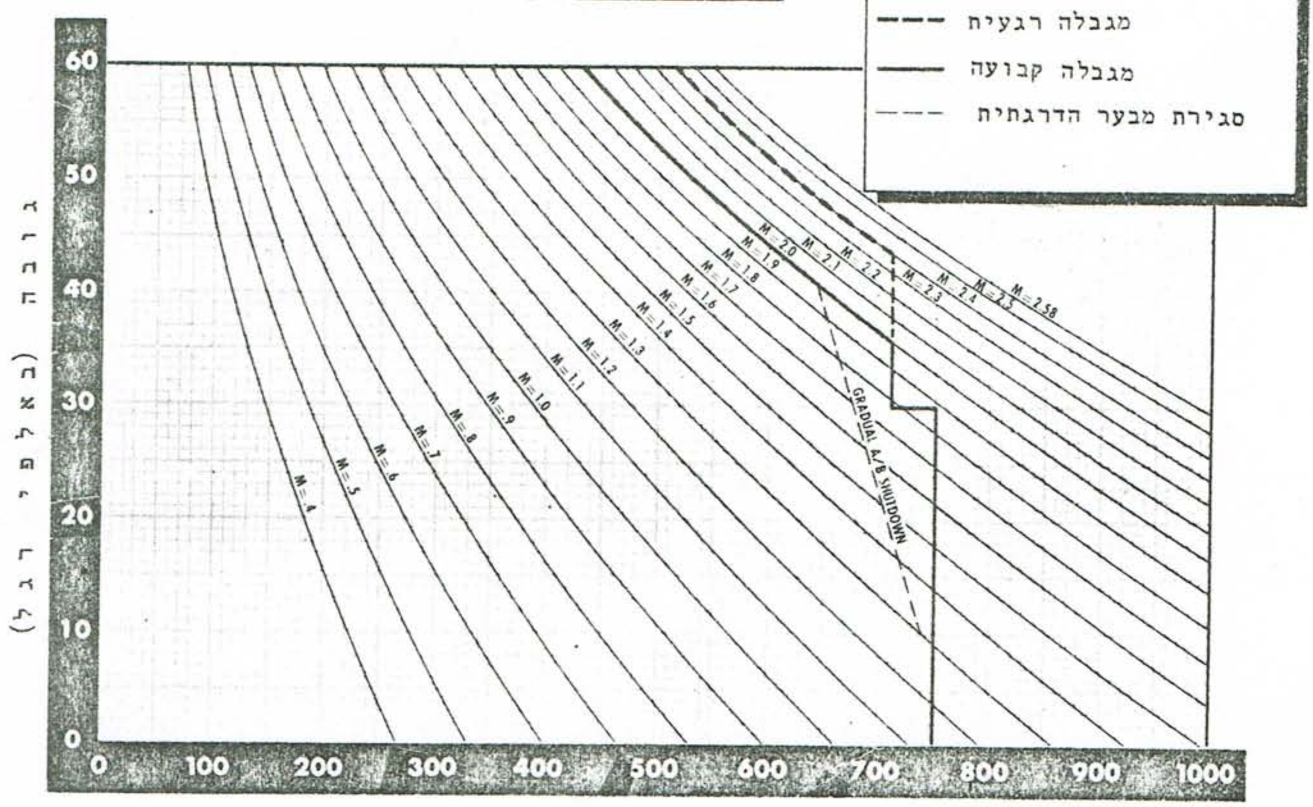
א. <u>מהירות מירבית מותרת</u>

מגבלות המהירות המירבית של המטוס מובאות בגרף דלקמן:

<u>הערה:</u>

בטיסה עם תקלת משכך - גובה מתחת ל- 10,000 רגל ובמהירות גדולה מ- 0.87 מאך, יש לטוס בתפעול עדין ולהיזהר מאפשרות של כניסה תנודות (אוסילציה).

גרף מגבלת מהירות מותרת



מהירות מכשירית (בקשר)

ב. <u>מגבלות מהירות ו-g להפעלת מערכות</u>

מצב		מגבלת מהירות או מאך (מה שיותר נמוך)	מגבלת g
הורדת גלגלים וקיפול גלגלים, טיסה עם גלגלים מטה.		250 קשר	0 - + 2
מדפים - חצי ומלא		250 קשר	0 - + 2
פתח תדלוק באוויר	בזמן הוצאה	320 קשר או 0.85 מאך	1.5 + 3
	קבוע דחוף	400 קשר או 0.85 מאך	
הסעה עם חופה פתוחה		60 קשר	
הוצאת מצנח עצירה		200 קשר	
טיסה עם מדרגות בחוץ		400 קשר	

כד-3 מגבלות טיסה עם נתיקים

א. מגבלות הטיסה עם נתיקים מפורטות בטבלה שלהלן:

סוג		מהירות		עומס (g)	גלגול	
		קשר	מאך		כמות מטה	מעלות בשניה
בידון גחון (4000 ליב׳)	ריק עד 10% דלק	600	1.8	0 - + 5	פניות הדרגתיות	
	10% עד 75% דלק				פניות הדרגתיות	
	מלא					
בידוני כנפיים (2500 ליב׳)	ריק עד 10% דלק	750	1.6	-2 - + 6	½	120
	10% עד 75% דלק			-2 - + 5	½	120
	מלא			-1 - + 4	½	120

כד-3 מגבלות טיסה עם נתיקים

א. מגבלות הטיסה עם נתיקים מפורטת בטבלה דלהלן:

ב. <u>מגבלות השלכת נתיקים</u>

1) <u>נתיקי כנפיים</u>

א) מתחת לגובה 35,000 רגל:

(1) בטיסה ישרה: 1g-175 עד 410 קשר.

(2) בתמרון : 2g-440 עד 490 קשר.

(3) בתמרון : 3g-460 עד 550 קשר.

ב) <u>מעל גובה 35,000 רגל:</u>

(1) בטיסה ישרה: 1g-175 עד 375 קשר.

(2) בתמרון : 2g-400 עד 445 קשר.

(3) בתמרון : 3g-425 עד 510 קשר.

2) <u>נתיק גחון</u>

א) בטיסה ישרה: 1g.

ב) בתמרון : 3g - 350 עד 450 קשר.

כד-4 תמרונים אסורים

א. אין לבצע שיעור גלגול של יותר מ-360° בשנייה.

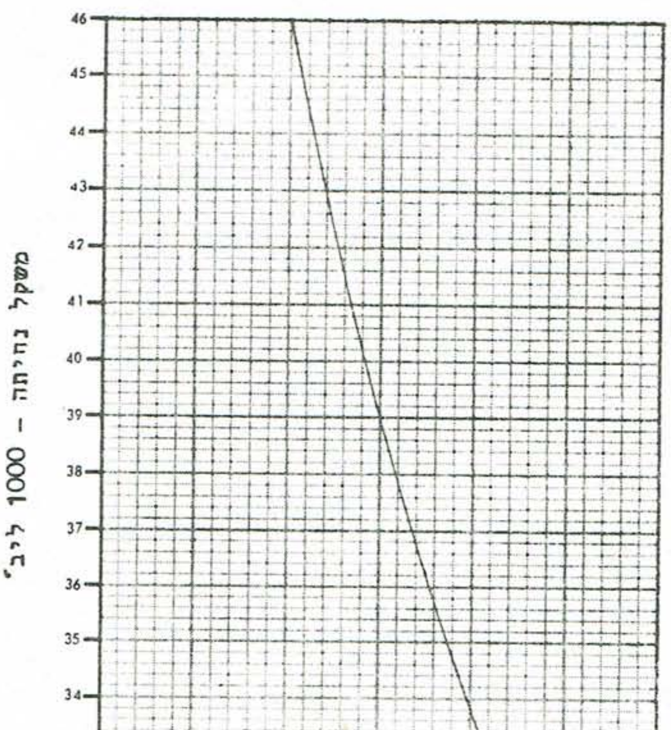
ב. אין להיכנס לסחרור.

ג. אין להפעיל הגאים בפתאומיות כאשר טסים עם נתיק גחון (מלא או ריק).

ד. אין לבצע תנועות גלגול מהירות (לא יותר מחצי תנועת המטה) כאשר טסים עם נתיקים או עם חימוש חיצוני, או בזמן שיגור טילים מתחת לכנף.

ה. אין לבצע המראות עם מלוא מדפים (איסור זה אינו כולל הליכות סביב).

כד-5 מגבלת שיעור השקיעה בזמן הנגיעה במסלול



כד-6. **מגבלת משקל**

א. משקל מירבי להמראה הוא 62,000 ליב׳.

ב. משקל מירבי לנחיתה הוא 46,000 ליב׳.

כד-7 **מגבלת מרכז כובד**

מגבלת מרכז הכובד של המטוס היא 36% מגבלה אחורית, ו-22% מגבלה קדמית.

יציבות המטוס מושפעת משני גורמי יסוד:

א. מרכז כובד המשתנה בהתאם לצריכת הדלק ולמשקל המטענים החיצוניים.

ב. הגורם האווירודינמי, המושפע מתצורת המטוס, כלומר מהמטענים החיצוניים וממקום תלייתם.

לכל מטען ולכל נקודת תלייה ישנו מספר יציבות מתאים, המראה את השפעתו האווירודינמית על יציבות המטוס. כדי לקבוע תצורה יציבה למטוס, יש לסכם את כל מספרי היציבות של המטענים והנושאים, ולראות באיזה תחום טיסה נפגשים מרכז הכובד ומספר היציבות, בגראף מגבלת מרכז הכובד האחורי.

אם הם נפגשים באזור האסור - אין אפשרות לטוס (יש לשנות את התצורה).

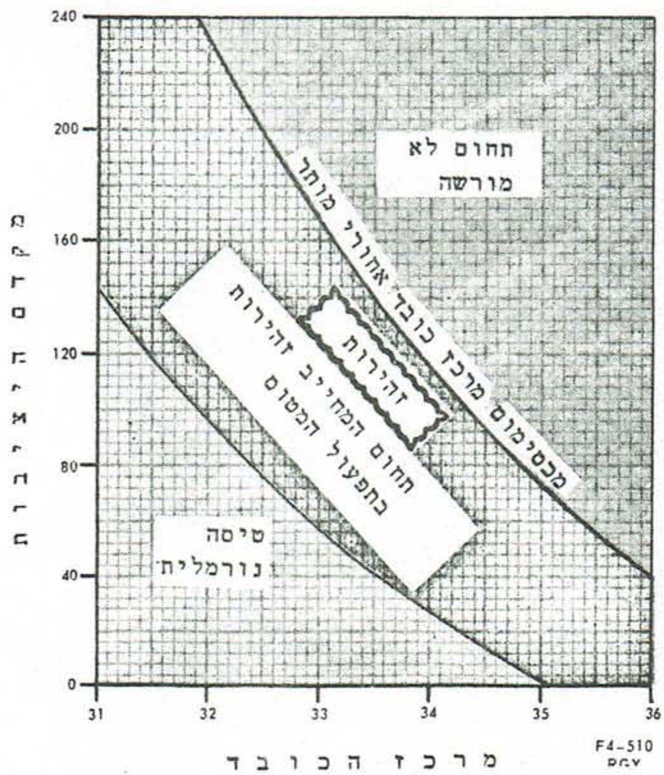
אם הם נפגשים באזור המוגבל - היציבות היא מינימלית, הטיסה מותרת, אך דורשת הטסה חלקה ועדינה לביצוע עיקוב ותמרון. יש להימנע מתנועות גסות, העלולות לגרום לכניסה לאזור ההזדקרות.

> <u>אזהרה!</u>
>
> מעל 350 קשר, מתחת ל-10,000 רגל ועם מרכז-כובד אחורה מ-32%, יש להמנע מתנועות מטה פתאומיות.

בטיסה עם חצי מדפים מטה, המטוס מוגבל ל-22.5% מגבלה קדמית, ול-23.5% עם מלוא מדפים.

מגבלות אלו מעשיות רק בנחיתה עם משקל כבד ועם מטענים חיצוניים בנקודות הפנימיות של הכנפיים.

גרף מגבלות מרכז הכובד



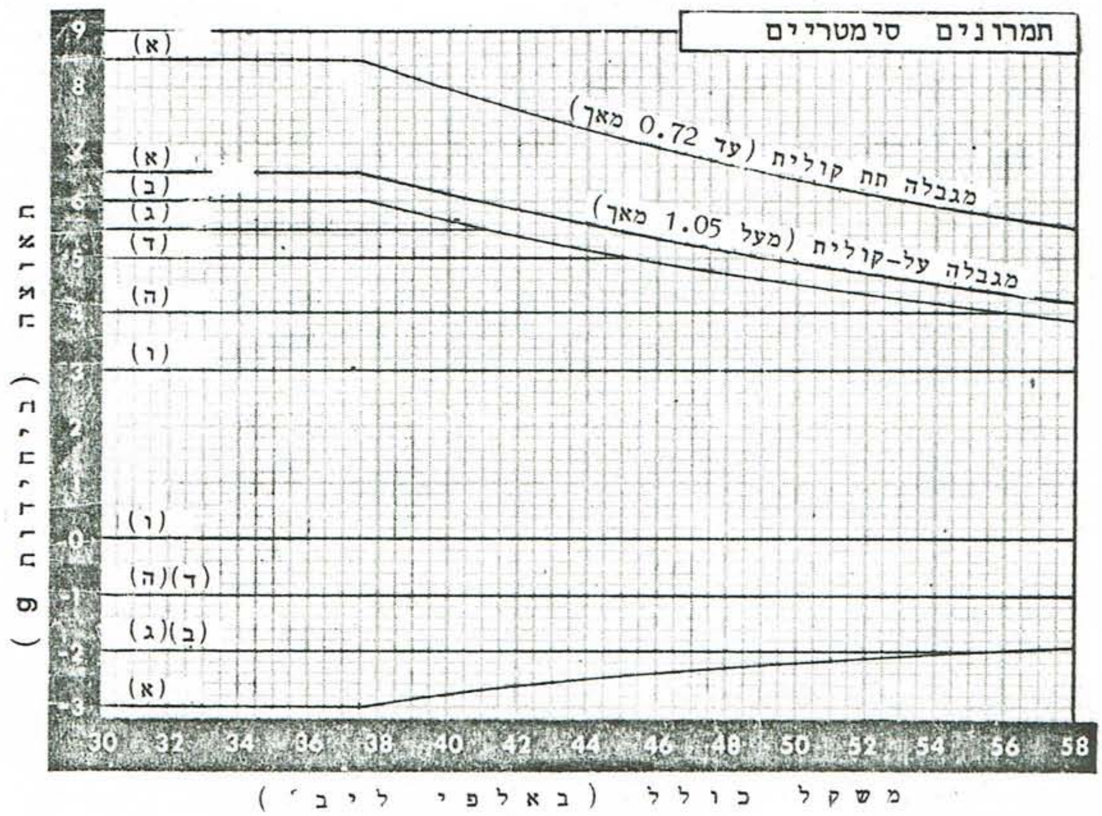
מרכז הכובד

(ב-% של המיתר האווירודינמי הממוצע)

כד-8 **מגבלות גובה לטיסה עם ציוד אלקטרוני (CNI)**

לטיסה.עם ציוד CNI (קשר ניווט וזיהוי) פועל, מותר גובה מכסימלי של60,000 רגל. טיסה מעל גובה זה עלולה לגרום נזק לציוד זה כתוצאה מחוסר קירור.

כד-9 **מגבלות תאוצה**



תצורות:

א. מטוס חלק, טילי לביד

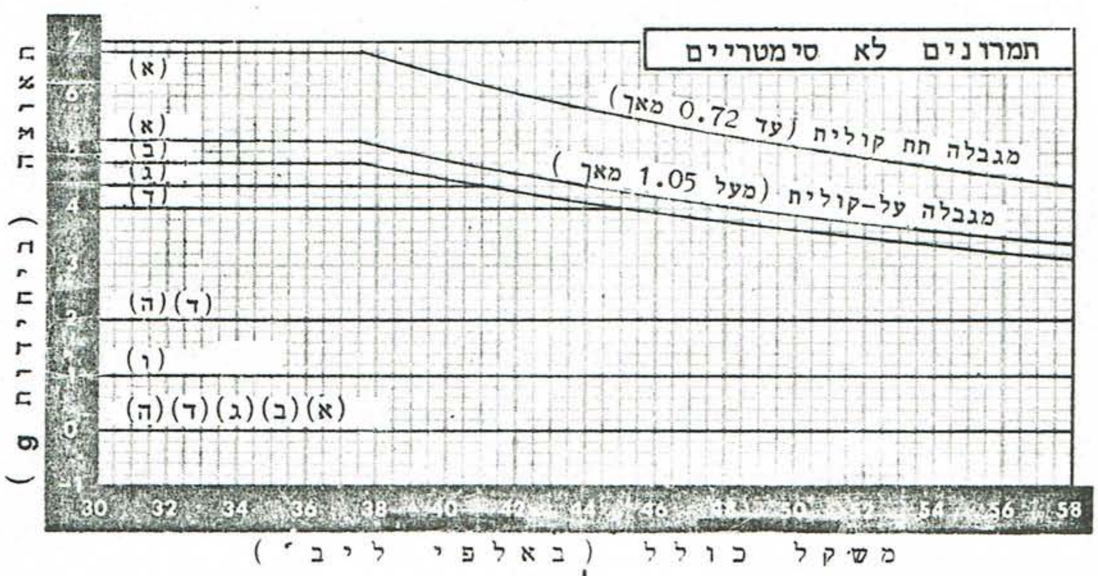
ב. נתיקי כנפיים ריקים, טילי א"א

ג. פצצות בתלייה בודדת

ד. חימוש חיצוני, נתיק גחון ריק

ה. נתיקי כנפיים מלאים

ו. נתיק גחון מלא





פרק כה

נוהלים רגילים

כה-1. בדיקות חיצוניות

א. את הבדיקות החיצוניות מבצעים הטייס והנווט, זה אחר זה, ליתר ביטחון.

ב. בעת ההתקרבות למטוס יש לוודא: סדים - במקום, בקבוק כיבוי-אש - בקרבו-מקום, חשמל חיצוני - מחובר.

ג. לפני ביצוע בדיקות חיצוניות, יש לבצע בתא את הבדיקות הבאות:

1) ודא אבטחת ידיות הפלטה במקומן, כדור כיסא ראשי - מובטח.
2) מתגי גנרטורים - מופסקים.
3) הפעל מתג מנוע ראשי (אחד מהם), בדוק מצייני הגלגלים במצב מטה ומצייני המדפים במצב מעלה. לאחר הבדיקה - הפסק.
4) מתגי השלכת נתיקים - מופסקים.
5) מתג הרקת דלק מהכנפיים - מופסק.
6) כל מתגי החימוש - מופסקים.
7) הורה למכונאי להפעיל מתח חיצוני, ולאחר שהוא מחובר, הפעל את מתגי הגנרטורים למצב מתח חיצוני.
8) בדוק כניסת מיישרי הזרם לפעולה ע"י בדיקת מצייני הגלגלים (ראה סעיף 3 לעיל).
9) ודא חיבור מתג מתח מכשירים בתא האחורי והופעת כל אורות האזהרה בתא.

ד. <u>בית-גלגל קדמי</u>

1) מצבר מעצורי חירום - 2750-3000 psi.

2) מצבר גלגלים בחירום - 2750-3000 psi.

3) מצבר מדפים בחירום - 2750-3000 psi

4) מנגנון הפעלת מעצורי חירום - במצב רגיל, שסתומים - במצב אחורי.
5) אבטחת קיפול הגלגל - מוסרת.
6) צמיג - במצב תקין.
7) משכך-גובה - במגבלות:
מטוס נקי - בערך 15 ס"מ,
מטוס מלא - בערך 10 ס"מ.
8) תותח - ודא מגביל כדורים כדרוש, כמות תחמושת.

ה. כונס אוויר שמאלי ליח' קירור - נקי.

ו. כיסוי פיטו מוסר - פתחים נקיים.

ז. כונס אוויר ימין ליח' קירור - נקי.

ח. מד-זווית התקפה - תנועה חופשית.

ט. כונס אוויר למנוע - נקי, ברגים ומסמרות מחוזקים.

י. <u>גחון - צד ימין</u>

1) בדוק נקיון וחוסר נזילות.
2) בדוק שלימות וחיזוק של המטענים התלויים בנושא גחון.
3) בדוק מכסי מילוי שמן מנוע ימין - מורכבים (הסתכל דרך דלת אוויר-משני למנוע).

יא. <u>בית-גלגל ימין</u>

1) מצבר מערכת הידרולית מס' 2 - 1000 ± 50 psi
2) בדוק שלימות הצמיג. השפשוף המירבי בצמיג: 3 שכבות בד, עד שכבת הבד האדומה. זאת, בתנאי שהשפשוף אחיד. שפשוף מקומי או חתכים - אסורים.
3) בדוק גובה משכך: מטוס נקי - עד 2 ס"מ, מטוס מלא - לחוץ עד לסוף.
4) בדוק לחץ המשכך - מחוג בתחום המותר (קריאת המחוג עלולה לנוע מחוץ לתחום

הירוק בהתאם לטמפ׳. לאחר טיסה - הקריאה תמיד גבוהה מדי).

5) מוט כיוון המשכך - מחוזק, דיסקית הראש - שלימה.

6) אבטחת קיפול הגלגל - מוסרת.

יב. בדוק שלימות וחיזוק של המטענים החלויים בנושאי הכנף.

יג. קיפול הכנף - הפין המציין אינו בולט ממשטח הכנף.

יד. מעצורי-צלילה ימין - אין נזילות הידרוליות.

טו. צינור פליטה ימין - ניקיון, חוסר נזילות ושלימות טבעות המבער.

טז. לחץ מצבר וו-עצירה - 100 ± 900 psi. אבטחת הוו - מוסרת.

יז. אבטחת מצנח-עצירה - מוסרת, קצה רצועה בולט מחוץ לכיפה.

יח. מייצב הגובה - בדוק שלימות, ודא שאין סימני שפשוף על המגלשים.

יט. מייצב כיוון - בדוק שלימות, כיסוי כניסת אוויר דינמי למקזז גובה - מוסר.

כ. צד שמאל - כמו צד ימין. ראה סעיפים יג׳ עד יז׳ לעיל.

כה-2. **לפני כניסה לתא (קדמי)**

א. חופה - בדוק שלימות, הראי המרכזי במצב שאינו מפריע את סגירת החופה - ודא.

ב. אבטחת חופה פתוחה - מוסרת.

ג. אבטחות הכיסא - כולן מוסרות, לבד מידית עליונה וכדור ראשי.

ד. מנגנון הכיסא - בדוק שלימות וחיבורים בכל המנגנון.

ה. כיסוי כיסא במקום - ודא (לאחר כניסתך לתא - שים אותו בתא מפות).

כה-3. **בדיקות תא אחורי לטיסת יחיד**

א. בוחר הפלטה - במצב סגור (אנכי).

ב. אבטחת כדור חופה - מוסרת.

ג. אבטחות כיסא - מורכבות.

ד. רצועות הכיסא - מחוזקות.

ה. מתגי רדיו - מופעלים ומכוונים כדרוש.

ו. ידית הורדת מדפים בחירום - **רגיל (קדימה).**

ז. חמצן - סגור.

ח. ידית הורדת גלגלים בחירום - **פנימה.**

ט. הורדת בלמים בחירום - **פנימה.**

י. מתגי מכ"מ - מופסקים.

יא. כל הלחיצים - מוכנסים.

יב. מתגי תאורת התא - מופסקים.

יג. הפעל מתג מרכז אינרציאלי ל- OFF

כה-4. **בדיקות לפני התנעה - תא קדמי**

א. כוון דוושות למרחק הרצוי.

ב. רצועות הרגליים - חבר.

<u>שים לב!</u>

בזמן חיבור רצועות הרגליים ודא שהשרוך המחבר אותן מחובר לכיסא. יש לנהוג בזהירות מיוחדת בכל הכרוך בטיפול בתחתית הכיסא מחמת סכנת הפעלה לא רצונית של המנוע הרקטי (כיסא מפלט).

ג. צינור חליפת התאוצה - חבר.

ד. רתמת הטייס - חבר אל רצועות המצנח ומארז הכיסא.

ה. רצועת הירכיים, חיבורי החמצן והרדיו -

חבר. בדוק פעולת נועל רצועות הכתף.

ו. התאם את גובה הכיסא למידה הדרושה.

ז. ודא הוצאת פיני הכיסא ע"י המכונאי (7 סיכות).

ח. ידית המטה - בדוק חיזוקה לבסיס.

ט. ידית מצנח עצירה - נעולה במצב מטה.

י. טבלת ההפעלה של חליפת לחץ: וסת טמפ' - במצב סגור, מתג חמצן - מופסק.

יא. וסת עוצמת צליל החימוש לאוזניות - מכוון כדרוש.

יב. מציין מדרגות הטייס - פנימה.

יג. <u>טבלת קשר-פנים</u>

1) עוצמה - כדרוש.
2) בוחר המגברים - רגיל, מצב אמצעי.
3) בוחר מיקרופון - חם.

יד. <u>טבלת הדלק</u>

1) מתגי השלכה - מופסקים.
2) מתג הרקת כנפיים - סגור.
3) העברת כנפיים - מופעל.
4) ביטול דיחוס מיכלים - באמצע.
5) מתג העברת נתיקים - מופסק.
6) מתג תדלוק - דלק פנימי.
7) מתג תדלוק באוויר - מופסק.

<u>הערה:</u>

במטוס שבו מתגים לבדיקת משאבות ל"נ - ודא שבכל אחת ממשאבות דלק ל"נ - לחץ תקין (30 ± 5 psi). ודא שאין קריאה של זרימת דלק במחוון המתאים, ודא שהמתג חוזר למצב רגיל לאחר הבדיקה. המתן 3 שניות לפחות בין בדיקת משאבה אחת לשנייה.

טו. מנורת הפלטה - לחץ, ודא הידלקות בתא אחורי.

טז. ידית מדפים: ברגיל - מעלה, בחירום - קדימה.

יז. מצערות - סגורות, ידית החיכוך - כוון כדרוש, מעצורי-אוויר - מוכנסים.

יח. מתגי תצוגת כוונת ו-מכ"מ - כדרוש.

יט. בוחר אנטנת רדיו - עליונה.

כ. מתג מניעת התקרחות במנוע - מופסק.

כא. <u>וסת חמצן</u>

1) ברז - פתוח.
2) תערובת - רגיל.
3) בורר חירום - העבר למצב בדיקה כאשר המסיכה מופנית הצידה. אח"כ בדוק התאמת המסיכה לפנים. החזר למצב רגיל ובדוק פעולת הנצנץ ע"י נשימה.
4) מד-לחץ הווסת - בגבולות המותרים (באופן רגיל 75).
5) מד-כמות החמצן - בדוק כמות מספיקה. בדוק תקינות המחוון ע"י כפתור הבדיקה והידלקות מנורת חמצן בכמות מתחת 1 ליטר.

כב. מתג מונע החלקת גלגלים - מופסק, מנורה דולקת.

כג. אור נחיתה - מופסק.

כד. מצייני גלגלים - מטה.

כה. מצייני מדפים - מעלה.

כו. ידית גלגלים - מטה ולא משוכה.

כז. ידית הורדת בלמים בחירום - לא משוכה.

כח. לחיץ קשר מאזנות הגה-כיוון - מוכנס.

כט. ידית השלכת חופה בחירום - קדימה.

ל. <u>מתגי טילים</u>

1) בוחר השלכה - מופסק.

2) משדר גל רצוף - מופסק.
3) בוחר טילים - RADAR.
4) מתג דריכה - מופסק.
5) הגבלת ירי - מופעל.

לא. בוחר שיטת הפצצה - מופסק.

לב. מכשירי טיסה

1) מד-מהירות - על 0.
2) מד-גובה - על 0.
3) מד-שיעור-נסיקה - על 0.
4) שעון זמנים - בדוק.
5) מד-תאוצה - לחץ על הכפתור.

לג. בוחר הכוונת - מופסק (תריסי כוונת פתוחים).

לד. כמות הדלק - בדוק (בדוק מיכל מס' 1).

לה. אזהרת אש מנועים - בדוק ע"י הלחצן.

לו. בוחרי תצוגת המצפן - כדרוש.

לז. לוח בחירת החימוש

1) חימוש ראשי - מופסק.
2) בוחרי תחנות - בחוץ.
3) מתג קצב ירי תותח - כדרוש.
4) מונה תחמושת - מכוון.
5) בוחר חימוש - 45 - AGM.
6) מתג דריכת מרעומים - SAFE.
7) אנטרוול - כדרוש.
8) מתג ניקוי מיכל תותח - ניקוי אוטומטי (AUTO CLEAR).
9) קירור טיל - מופסק.
10) בוחר REJECT D/F - כדרוש.

לח. ידית פתיחת חופה בחירום - קדימה.

לט. ידית וו-עצירה - מעלה.

מ. אוורור חירום - מופסק (פנימה).

מא. חימום פיטו - מופסק.

מב. הסרת גשם - מופסק.

מג. ידית הפגת אדים - אחורנית.

מד. טבלת רדיו וזיהוי - כוון כדרוש, הפעל רדיו.

מה. טבלת לחיצים - כולם מוכנסים.

מו. טבלת מיזוג אוויר - מתג במצב אוטומטי, וסת כדרוש (בקיץ: שעה 1-2, בחורף: שעה 3-4).

מז. תאורת חירום אדומה - מופסק, תאורת הצפה - בדוק.

מח. תאורת התא - כוון כדרוש.

מט. מתג בדיקת אורות אזהרה - לחץ ובדוק פעולתן של כל מנורות האזהרה בתא.

נ. תאורה חיצונית - כדרוש.

נא. טבלת המצפן

1) בוחר הרוחב המגנטי - על 0.
2) בוחר המצפן - למצב מצפן משני (STBY).
3) בורר הפעולה (SLAVE).

נב. בדוק קשר עם הנווט. אם לא היה קשר בשלב של תחילת הבדיקות, בדוק שנית את מנורת ההפלטה.

כה-5. התנעה

א. ודא עם המכונאי שהמטוס נקי מחפצים זרים, שאין אנשים בקרבת כונסי האוויר וצינור הפליטה, ושמצוי ציוד כיבוי-אש.

ב. התנעת אוויר

> **אזהרה!**
>
> אסור להתניע בהתנעת אוויר
> אם מצוי כדור פירוטכני במתנע.

1) הפעל את מתגי המנוע הראשיים.

2) הודע למכונאי לחבר אוויר למנוע ימין.

3) עקוב אחרי עליית ה-סל"ד.

4) ב-10% סל"ד, לחץ על כפתור ההצתה והבא את המצערת קדימה עד חצי הדרך למנוע מלא - וחזרה לסרק. ודא שלחץ הדלק 30 psi (מתג מרטט) וזרימת דלק מזערית: 225 ליב׳/שעה.

5) עם התחלת עליית טמפ׳ צינור הפליטה - שחרר את כפתור ההצתה והמשך לעקוב אחר מכשירי המנוע.

אזהרה!
אם אין תגובה על מד-ה-סל"ד כעבור 15 שניות או אין עליית לחץ שמן כעבור 30 שניות - הפסק את ההתנעה.

שים-לב!

א) הצתת המנוע תאובחן ע"י עליית הטמפ׳ (EGT) ב-13% עד 16% סל"ד. זרימת הדלק תהיה 225 עד 750 ליב׳/שעה (זרימה גדולה יותר עלולה לגרום להתנעה חמה מדי). זרימת הדלק מתחת 225 היא תקלה, ואין לצאת לטיסה במצב זה.

ב) מגבלת הטמפ׳ בהתנעה: 980° למשך 10 שניות. בכל מקרה, אם הטמפ׳ עוברת 750° - הפסק את ההתנעה.

ג) אחרי כל התנעת-נפל - המתן דקה לפחות, עד ניסיון התנעה נוסף.

ד) אם ה-סל"ד אינו ממשיך לעלות אחרי ההצתה - הפסק את ההתנעה.

ה) התנעה רגילה נמשכת 50-60 שניות (עד 45% סל"ד).

6) ב-30% סל"ד - הורה למכונאי לנתק את האוויר למתנע.

7) עקוב אחר מחווני המנוע בזמן עליית ה-סל"ד:

א) זרימת הדלק אסור שתהיה יותר מ-750 ליב׳/שעה בזמן ההתנעה, ו-800 עד 1400 - במהלך סרק.

ב) כמות הדלק הנצרכת בהתנעה - 65 ליב׳ בקירוב.

ג) מהלך הסרק - 65% ± 1%.

ד) לחץ שמן מזערי - 12 psi.

ה) לחצים הידרוליים - מערכת מס׳ 2: 3000 ± 250 psi, מערכת השרת (מנוע ימין): 2775 ± 225 psi.

8) קבל מהנווט ומהמכונאי אישור, והפעל מתגי גנרטור למצב מתח פנימי. מנורת "גנרטור ימין" ו"הפרדת פסי צבירה" חייבות לכבות.

שים-לב!

בזמן תפעול מתגי גנרטורים, קופצות דלתות האוויר-המשני. ודא שאין איש בקרבתן.

9) התנע מנוע שמאל לפי אותו תהליך (סעיפים 2-7 לעיל), לחץ מערכת הידרולית-שרת יעלה עד 3000 ± 250 psi.

10) לאחר ניתוק האוויר והמתח החיצוני (ב65% הורה למכונאי לנתקו), ודא שוב שאין איש ליד דלתות אוויר-משני והפסק גנרטור ימין. ודא שנורית אזהרה "גנרטור ימין" נדלקת, ואזהרת "הפרדת פסי צבירה" נשארת כבויה. הפעל מחדש את מתג הגנרטור אחרי הבדיקה.

ג. התנעה פירוטכנית

אזהרה!
אין להכניס כדור פירוטכני למתנע בזמן שיש מתח במטוס, או בזמן שאחד ממתגי המנוע הראשיים מופעל, או מתג תדלוק על הקרקע מופעל.

> יש לוודא קיום מחיצה בין פתח הפליטה של המתנע ומטען חיצוני התלוי בגחון, ושכל האנשים מרוחקים מפתח המתנע. הטמפ' באזור זה מגיעות עד 750°.

1) סגור חופה, העבר המצן ל-100% ולבש מסיכה.

2) מתגי המנוע הראשיים - הפעל.

3) כפתור ההצתה - לחץ, מצערת - הבא קדימה, עד חצי הדרך למנוע מלא - והחזר למהלך סרק.

4) בוחר ההתנעה - העבר לצד המתאים נגד הקפיץ, והחזירו למצב אמצעי.

<u>שים-לב!</u>

אל תתן למתג לחזור למצב אמצעי בכוח קפיצי - הוא עלול לעבור רגעית לצד השני ולהפעיל את הכדור הפירוטכני בלי שתתכוון לכך!

> <u>אזהרה!</u>
>
> אם אין סימני עשן ושום סימן לעליית סל"ד, כנראה שיש כדור עקר ואין אפשרות התנעה עד להחלפתו.
> אם היו סימני עשן, המנוע עלה ל-סל"ד נמוך ולא המשיך להאיץ - כנראה שהיתה בערה איטית של הכדור. הכדור יכול להמשיך לעשן עד 15-20 שניות.

<u>הערה:</u>

ניתן להתניע את שני המנועים בו-בזמן ע"י הפעלה מהירה של בוחר ההתנעה לצד אחד ומיד אחר-כך - לצד שני. במקרה זה חייבים להעביר את שתי המצערות למהלך סרק וללחוץ בו-בזמן על שני כפתורי ההצתה.

5) עם תחילת עלייה בטמפרטורת צינור פליטה - הפסק את הלחיצה על כפתור ההצתה ועקוב אחר מחווני המנוע. החיוויים צריכים להיות כמו בהתנעת אוויר. כל מגבלות הטמפרטורה, ה-סל"ד וזרימת הדלק - כמו בהתנעה רגילה.

<u>שים-לב!</u>

ניתן להפסיק את תהליך ההתנעה ע"י העברת מצערות ל"חדל" או ע"י הפסקת מתגי המנוע הראשיים. אם תוך 15 שניות אחרי ההתנעה לא מופיעים סימני עליית טמפ' - הפסק את ההתנעה. כמו-כן, הפסק את ההתנעה אם המנוע לא ממשיך להאיץ אחרי ההצתה.

6) לאחר התייצבות המנוע במהלך סרק, בדוק את מחווני המנוע והמערכות ההידרוליות בתוך המגבלות, והפעל את גנרטור ימין.

7) מנוע שמאל - התנע לפי אותו התהליך ובדוק את הגנרטור השמאלי כמו בהתנעה רגילה.

כה-6. בדיקות אחרי התנעה

א. מכשירי הרדיו והזיהוי - הפעל.

ב. כוונת - הפעל ובדוק את שני מצבי הבדיקה (אחרי שהופעל ה-מכ"מ ולפני תחילת בדיקות ה-מכ"מ).

ג. כפתור הפעלת מסך קדמי - לחץ (אחרי שהנווט הפעיל את ה-מכ"מ).

ד. מתג תיקון לחץ סטטי - לחץ, המנורות המתאימות בטבלת האזהרות - נכבות.

ה. מתג CW - העבר למצב STBY .

ו. מד-הגובה האלקטרוני - הפעל, המתן חמש דקות ובדוק אותו כדלקמן:

1) לחצן הבדיקה - לחץ, וודא שהמחוג עומד על 35 רגל ± 15.

2) בדוק שמנורת האזהרה נדלקת כאשר המציין נמצא בגובה נמוך מהמחוג (לחצן בדיקה לחוץ) ונכבית בגובה גדול ממנו. תחום הטעות המותר: 5 ± רגל.

3) בדוק אור האזהרה כבוי, כאשר המציין מתחת ל-5 רגל - ושהמחוג מרטט.

4) כוון את המציין לגובה הרצוי.

ה. בדוק בעזרת מכונאי:

1) הפעלת מעצורי-אוויר.

2) הורדת מדפים ופעולת אוויר שכבת הגבול.

3) הרם מדפים למצב חצי.

4) בדוק פעולת הגה-גובה, מאזנות, הגה-כיוון והקשר ביניהם.

5) הרם מדפים מעלה.

6) קבל אישור שאין נזילות ושההגאים במצב מרכזי.

ו. ודא שהמקזז 3° אף מטה.

ז. לאחר קבלת אישור מהטייס האחורי, העבר את בורר המצפן למצב "ראשי" (PRIM) ולחץ על בורר הפעולה למצב איפוס מהיר (לחיצה רגעית).

ח. בדוק את הטייס האוטומטי:

<u>הערה:</u>
אין אפשרות לחבר את הטייס האוטומטי אם המרכז האינרציאלי אינו מופעל למצב ניווט.

1) העבר את המטה למצב אמצעי ע"י משיכה בבסיס המוט ולא בידית עצמה.

2) הפעל את שלושת מתגי המשככים - בדוק שאין תזוזה בהגאים.

3) המתן 10 שניות וחבר את הטייס האוטומטי. המטה נשאר במקומו.

4) חבר את מתג שמירת גובה. אם לא ניתן לחברו - אין להשתמש בטייס האוטומטי.

5) דחוף בקלות את המטה קדימה, המטה ימשיך לנוע עד סוף המהלך קדימה. ודא תנועה כנ"ל ע"י לחץ אחורנית.

6) נתק את הטייס האוטומטי ע"י הלחצן במטה ההיגוי. ודא הידלקות נוריות טייס אוטומטי ומשכך גובה.

7) הפסק את שלושת המשככים.

ט. סגור את החופות, ודא נעילה, אור אזהרה כבוי ומוט נעילה במקומו (קווים ירוקים מתואמים).

כה-7. בדיקות לפני המראה

<u>שים-לב!</u>

את הבדיקות לפני המראה יש לבצע לפני התיישרות.

א. משככים - חבר את שלושת מתגי המשככים.

ב. הגאים - חופשיים, תנועה מלאה לכל הכיוונים.

ג. מקזז - 3° אף מטה.

ד. דלק - בדוק כמות, מתג העברת כנפיים מופעל ובוחר נתיקים כדרוש.

ה. אבטחות - כל האבטחות מוסרות, כיסוי ידית הפלטה תחתונה - מטה.

ו. טבלת מצפן - העבר ל- DG , תקן את הכיוון בעזרת מתג SET.HED עד שתתקבל קריאה 0 במחוון נטייה תא אחורי.

<u>הערה:</u>
החלק הנותר של הבדיקות יבוצע על המסלול.

ז. <u>מנועים</u>

1) פתח מנוע מלא, ודא קריאה במגבלות של כל מחווני המנוע. ודא שאין שינוי בקריאת המחוונים של המנוע השני - טמפ׳, סל"ד, זרימת דלק.

2) סגור במהירות מצערת לסרק, ודא שזרימת הדלק אינה יורדת מתחת 225 ליב/שעה.

3) בדוק מנוע שני כנ"ל.

> **<u>אזהרה!</u>**
>
> עלייה של סל"ד מעל 67.5%, או ירידה של יותר מ- 25° בטמפ׳ צינור פליטה, או ירידה של 100 ליב׳ בזרימת הדלק של המנוע בסרק, בזמן שהמנוע השני מורץ - מוכיחה על תקלה בשסתומי הבידוד של סעפת הדיחוס. במקרה כזה - המראה אסורה ואסור לבצע בדיקות מנועים על המסלול עם מדפים מטה.

ח. כונסי אוויר - פתוחים לגמרי.

ט. מדפים - חצי מטה.

י. מתג "מונע החלקה" - מופעל, מנורה כבויה.

יא. מנורות אזהרה - כולן כבויות.

כה-8. בדיקות חיוניות בהקפה

א. <u>צלע עם הרוח</u>

1) בדוק לחצים הידרוליים.
2) גלגלים - מטה.
3) מדפים - הורד ל-1/2, המתן זמן-מה והורד למלוא מדפים.
4) חגורות - נעולות.
5) ודא כוונת במצב נעול (GAGE).
6) מכ"מ - מופסק.
7) מונע החלקה - מחובר.

ב. <u>אחרי נחיתה</u>

1) מתג מונע החלקה - מופסק.
2) מדפים - מעלה.
3) אבטחת ידית כיסא תחתונה - מובטח.
4) צרכני חשמל בלתי חיוניים - הפסק:
   א) משככים.
   ב) מד-גובה אלקטרוני.
   ג) זע"ט - (החזר מודים ל-0).
5) מקזז - למצב המראה.
6) מצפן - העבר למצב מצפן משני (STBY-SLAVE - לאחר שהנווט בדק את הנטייה).
7) דיחוס - חם מירבי, מונע ערפול - קדימה.

כה-9. כיבוי מנוע

א. כוונת - הפסק, תריסי כוונת - סגור.

ב. כיסא - הרם למצב עליון.

ג. כבה את שני המנועים על-ידי המצערות.

ד. מתגי גנרטורים - הפסק.

ה. מתגי המנוע הראשיים - הפסק.

ו. רד מהמטוס רק לאחר שהמכונאי הכניס את אבטחות הכיסא (ולאחר ששמת את כיסוי הכיסא).

כה-10. בדיקות תא אחורי

<u>הערה:</u>

הטייס האחורי יתחיל את הפעולות החיוניות עם עליית הטייס לבדיקת התא, לפני הכנסת המתח למטוס.

א. <u>עלייה למטוס</u>

1) בדוק את מצב החופה.
2) אבטחת חופה פתוחה - מוסרת.
3) כל אבטחות הכיסא מוסרות - לבד מידית עליונה וכדור ראשי.
4) חיבורים של כל מנגנון הכיסא - בדוק שלימות.
5) ודא כיסוי על הכיסא (לאחר הכניסה לתא שים אותו בתיק מפות).

ב. <u>לאחר הכנסת מתח</u>

1) מתג מתח מכשירים - הפעל.
2) ודא שבוחר היישור במרכז האינרציאלי נמצא במצב הדרוש (יישור מהיר או תהליך רגיל).
3) הפעל את המתג הראשי של המרכז האינרציאלי למצב STBY (תהליך יישור רגיל), ואת מתגי מחשב הניווט.

ג. <u>תהליך היקשרות</u>

1) דוושת הכיוון - כוון.
2) רצועות הרגליים - חבר.

<u>שים-לב!</u>

בזמן חיבור רצועות הרגליים ודא שהשרוך המחבר אותן מחובר לכיסא. יש לנהוג בזהירות מיוחדת בכל הכרוך בטיפול בתחתית הכיסא מחמת סכנת הפעלה לא רצונית של המנוע הרקטי (כיסא מפלט).

3) צינור חליפת התאוצה - חבר.
4) רתמת הטייס - חבר אל רצועות המצנח ומארז הכיסא.
5) חבר את רצועת הירכיים, חיבורי החמצן והרדיו. בדוק פעולת נועל רצועות הכתף.
6) התאם את גובה הכיסא למידה הדרושה.
7) ודא הוצאת פיני הכיסא ע"י המכונאי (המכונאי יראה לך 7 סיכות).

ד. <u>בדיקות תא</u>

1) בדוק שידית המטה מחוזקת לבסיסה.
2) <u>טבלת הפעלה קשר וניווט</u>
   א) בחר את הערוץ הדרוש.
   ב) כוון את התדירות הדרושה בערוץ המיכני.
   ג) כוון את עוצמת הקליטה.
   ד) כוון את הערוץ הדרוש במכשיר המשני, כוון את עוצמת הקליטה שלו.
   ה) בוחר ההפעלה - T/R + G.
3) חמצן - ודא כמות.
4) בורר חמצן לחליפת גובה - מופסק.
5) וסת טמפ' לחליפת גובה רב - מופסק.
6) ידית הפעלת מדפים בהירום - קדימה.
7) <u>טבלת הפעלת מכ"מ</u>
   א) בוחר הפעלה - מופסק.
   ב) בוחר הטווחים - 25 מי"מ.
   ג) בוחר גזרת ירי - כל מצב לבד מ"רחב".
   ד) בוחר תצוגה - מסך B רחב.
   ה) בוחר אופן הפעולה - מכ"מ (RDR).
   ו) בורר מהירות סגירה - 0.
   ז) בוחר מהקף - אוטומטי.
   ח) בוחר עקיבה - אוטומטי.
   ט) בורר העוצמה - פתוח מירבי.
   י) בוחר תמרון - g נמוך.
   יא) בורר הסקירה - חיפוש מלבני (2BAR).
8) <u>טבלת מכ"מ משנית</u>
   א) בורר מהירות סגירה - 2700.
   ב) מתג בדיקה - 0.
   ג) בוחר הייצוב - רגיל (NORMAL).
   ד) בורר המחוון - SIGNALS.
   ה) בורר מצבי הבדיקה - MAG.

9) <u>טבלת קשר-פנים</u>

א) עוצמה כדרוש.

ב) בוחר המגברים - רגיל, במצב אמצעי.

ג) בוחר המיקרופון - חם.

10) <u>וסת החמצן</u>

א) ברז - פתוח.

ב) תערובת - רגיל.

ג) בורר חירום - העבר למצב בדיקה כאשר המסיכה מופנית מחוץ לפנים, ואח"כ בדוק התאמת המסיכה לפנים. החזר למצב רגיל ובדוק פעולת הנצנץ ע"י נשימה.

ד) מד-לחץ הווסת - בגבולות המותרים (באופן רגיל 75).

11) ידית הורדת גלגלים בחירום - פנימה.

12) ידית הורדת מדפים בחירום - קדימה.

13) ידית בלמי חירום - פנימה.

14) מצייני גלגלים - מטה.

15) מצייני מדפים - מעלה.

16) השלכת חופה בחירום - קדימה.

17) בוחר סדר הפלטה - מצב אנכי.

18) מסך ה-מכ"מ יציב, בדוק סיכות אבטחת המסך במקומן.

19) מכשירי הטיסה - בדוק וכוון.

20) בוחר הפעלת תצוגה BDHI - במצב הדרוש.

21) ידית פתיחת החופה בחירום - קדימה.

22) טבלת הפעלת מצלמת המסך - מכוונת כדרוש.

23) ידית ה-מכ"מ - תנועה חופשית לכל הכיוונים.

24) <u>מחשב הפצצה</u>

א) מתג ACTIVATE - נורמל.

ב) מתג TGT FIND - נורמל.

ג) מתג RANGE - נורמל.

25) <u>בקרת מחשב הפצצה</u>

א) מרחק המטרה - צפון 274.

ב) מרחק המטרה - מזרח 114.

ג) גובה/טווח - 170.

ד) מקדם גרר - 2.00.

ה) הקדמת השחרור - 900.

ו) טווח השחרור - 500.

26) <u>מחשב הניווט (הפעל יחד עם INS)</u>

א) בורר הפעלה - STBY .

ב) נטייה מגנטית - כוון בהתאם לנטייה המקומית.

ג) נתוני רוח - הכנס בהתאם לתחזית.

ד) מתג כיול מחדש - מצבNORMAL .

ה) הכנס נתוני מטרות בהתאם לדרוש, ואת ה-נ"צ של המטס בחלונות מקום עכשווי (P.P).

27) טבלת אורות התא - כוון כדרוש.

28) מנורות אזהרה - בדוק את כל מנורות האזהרה ע"י מתג הבדיקה בטבלת אורות התא.

29) בדוק קשר עם הטייס - ודא מנורת הפלטה נדלקת.

ה. <u>בדיקות אחרי התנעה</u>

1) העבר מתג ראשי מרכז אינרציאלי למצב "יישור" - לאחר שמנורת החימום כבתה.

2) בחר את המצב הרצוי בבורר מחשב הניווט.

3) עם גמר תהליך היישור של המרכז האינרציאלי (מנורת יישור מנצנצת), העבר מתג למצב "ניווט" (NAV). אשר לטייס ביצוע פעולה זו.

4) הפעל את ה-מכ"מ והתחל בתהליך הבדיקה.

5) בצע מערך בדיקה של מחשב הפצצה.

פרק כו

נוהלי חירום

כו-1. אש

א. אש בהתנעה

1) אבחנה: אחת ממנורות האש נדלקת או יש סימנים חיצוניים של אש.

2) משמעות: הטמפרטורה באזור גלאי אש, מנוע או מבער, גבוהה מהרגיל.

3) פעולות

א) מנועים - כבה ע"י המצערות.
ב) מתגי מנוע ראשיים - הפסק.
ג) מתגי גנרטורים - הפסק.
ד) עזוב את המטוס.

ב. אש באוויר

1) אבחנה: אחת ממנורות האש נדלקת.

2) משמעות: הטמפרטורה באזור גלאי האש המתאימים גבוהה מהרגיל.

3) פעולות

א) מצערת המנוע המתאים - סגור לסרק.
ב) אם המנורה כבתה, לחץ על כפתור הבדיקה של המערכת, וודא תקינות פעולתה.
ג) אם המעגל תקין - נחת מוקדם ככל האפשר, השאר את המנוע החשוד בסרק.
ד) אם המנורה אינה נדלקת בלחיצה, או יש סימני אש נוספים - כבה את המנוע.
ה) אם האש נפסקה, נחת מוקדם ככל האפשר - אל תנסה להניע מחדש את המנוע שבער.
ו) אם האש לא נפסקת - נטוש את המטוס.

ג. אש מקצר חשמלי

1) אבחנה: אש או עשן בתוך התא.

2) פעולות

א) הפסק את שני הגנרטורים.
ב) הפסק את כל צרכני החשמל.
ג) הפעל את הגנרטורים מחדש.
ד) נסה להפעיל לפי סדר את הצרכנים ובודד את המערכת המקוצרת.
ה) הפסק מערכות הקשורות למערכת המקוצרת.
ו) הפסק לחיצים הקשורים למערכת המקוצרת.
ז) אם האש מתחדשת, הפסק מתגי גנרטור ונחת מייד בשדה הקרוב.

כו-2. תקלות מנוע

א. כביית מנוע באוויר

1) אבחנה: סל"ד יורד מתחת 65%, טמפ' צינור פליטה קרובה ל-0.

2) משמעות: מנוע כבה.

3) פעולות

א) אם אין סימנים לתקלה מיכנית (רעידות, פיצוץ, או תפיסת מנוע), לחץ את כפתור הצתה באוויר לניסיון הצתה לפני ירידת סל"ד מתחת מהלך סרק.
ב) אם ההצתה הראשונית לא הועילה - בצע התנעה באוויר בתוך המעטפת המותרת (ראה ציור להלן).
ג) טבלת דלק - בדוק, מתגי מנוע מופעלים.
ד) שמור מהירות 250 קשר.
ה) כפתור ההצתה - לחץ.
ו) מצערת - בתחום המנוע היבש - מעבר למהלך סרק.

ב. כביית שני מנועים באוויר

1) גלוש במהירות הגלישה (215) לכיוון השדה הקרוב.

2) סגור מצערת מנוע אחד למצב מופסק, ובצע פעולות התנעה במנוע השני.

הערה:

יתכן שהמנועים לא יתניעו מעל גובה 20,000 רגל בגלל חוסר לחץ דלק (משאבות לחץ-נמוך אינן פועלות). אל תנסה להתניע יותר מפעם אחת מעל גובה זה, משום החשש לבזבוז מתח המצבר.

3) בדוק את מצב הדלק.

4) נסה להתניע מחדש בגובה 20,000 רגל.

5) התנע מנוע לאחר שהראשון תפס.

6) אם המנועים לא תפסו - בצע נחיתה-אונס.

ג. תקלה מיכנית במנוע

1) אבחנה: פיצוץ, רעידות וקריאות בלתי סדירות על מחווני המנוע.

2) משמעות: סכנה בהמשך פעולת המנוע.

3) פעולות

א) מצערת - העבר לסרק.

במידה שהרעשים ממשיכים -

ב) כבה מנוע ע"י המצערת.

ג) סגור מתג מנוע ראשי.

ד) נחת מיד בבסיס הקרוב.

ד. הזדקרות מדחס

1) אבחנה: סל"ד מנוע נמוך, טמפ' צינור פליטה גבוהה, זרימת דלק נמוכה (בהתאם ל-סל"ד), תריסים פתוחים, חוסר סחב ואי-תגובה של המנוע לתנועת המצערת.

2) משמעות: מדחס המנוע בהזדקרות, אין שליטה על המנוע.

3) פעולות

א) כפתור ההצתה - לחץ.

ב) כבה מנוע ע"י המצערת.

ג) מצערת - פתח מעבר לסרק.

ד) השגח על מחווני המנוע.

הערה:

אפשר אמנם להוציא את המנוע מהזדקרות ע"י סגירה חטופה של מצערת לסרק, אולם כיבוי המנוע נותן סיכוי יותר טוב להיחלצות מהירה מהמצב. אם לא ניתן להוציא את המנוע ממצב הזדקרות גם ע"י כיבוי, השאר את המנוע מופעל והשגח שלא לעבור את מגבלות טמפ' צינור פליטה.

ה. תקלות עכברים

1) כללי

במטוס אין שום התקן להפעלת עכברים בחירום. תקלה במערכת בקרת עכברים או במערכת הנעתם, עלולה לגרום לכך שיהיו לגמרי בחוץ או לגמרי בפנים.

2) עכברים בפנים מעל 1.5 מאך

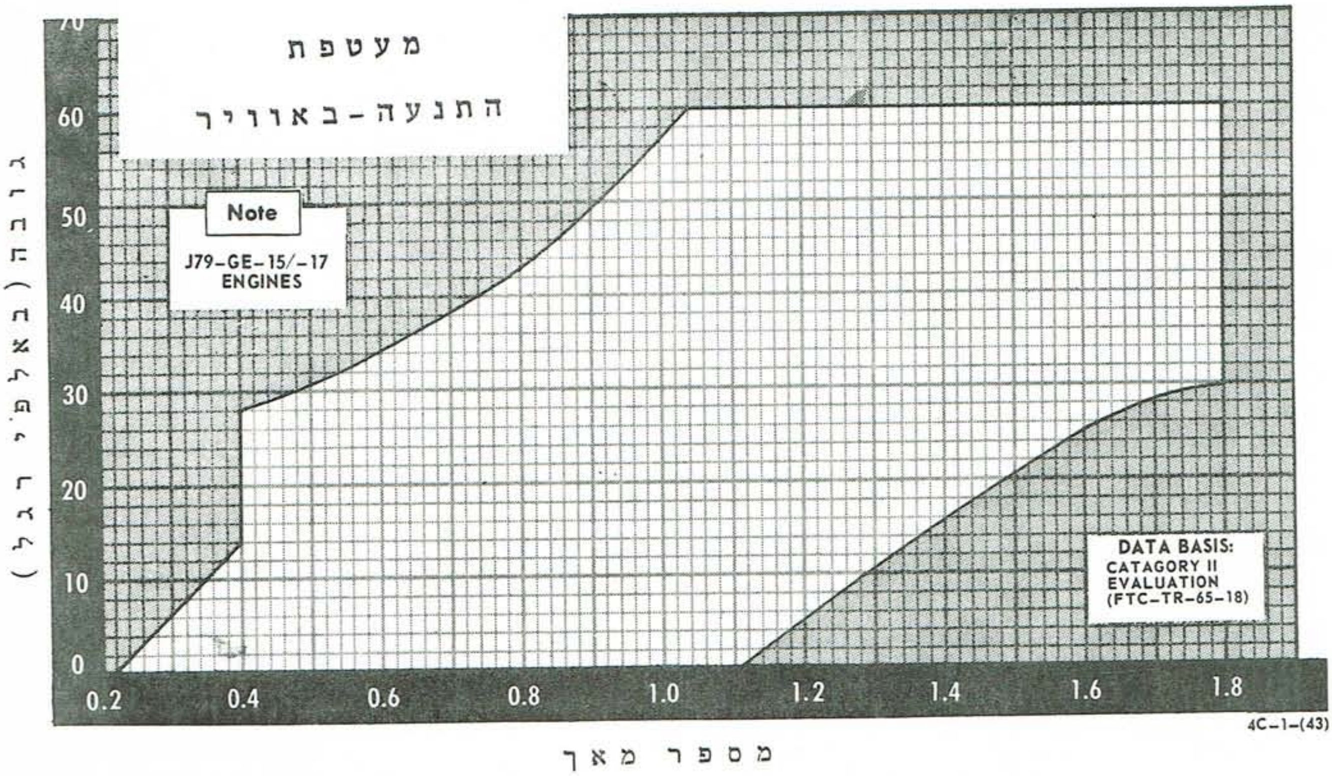
א) אבחנה: בדיקה חזותית (אפשר גם בעזרת הראי).

ב) פעולה

הקטן מהירות מתחת 1.5 מאך (ניתן להמשיך בטיסה בתנאים אלה).

שים-לב!

כשהעכברים בפנים והמהירות מעל 1.7 מאך, עלולה להיווצר הזדקרות מדחס.



הערה:

בצד שמאל של המעטפת,ה-סל"ד הדרוש להתנעה באוויר גדל עם העליה בגובה.ב-30,000 רגל דרושים 13% סל"ד. ב-40,000 רגל בקירוב,דרושים 40% סל"ד,וב-60,000 רגל בקירוב דרושים 60% סל"ד.קביעה זו מבוססת על לחץ הבעירה המינימלי הדרוש להצתת המבערים.

ז) השגח על מחווני המנוע - סל"ד, טמפ' וזרימת דלק.

ח) שחרר את כפתור ההצתה עם התחלת עליית הטמפ'.

הערה:

במטוס עם מתגי בדיקת משאבות ל"נ - אם המנוע לא תפס ומד-זרימת הדלק מורה 0 (מצב זה אפשרי רק כאשר ברזי לחץ-נמוך או לחץ-גבוה - סגורים, או כאשר אין הספקת דלק ממיכל הגוף למנוע):

(1) מצערת - פתח מעבר למהלך סרק.

(2) מתגי בדיקת משאבות הדלק ל"נ - לחץ למצב בדיקה.

(3) כפתור הצתה - לחץ.

(4) לאחר שהמנוע תפס, הוצא את לחיץ בקרת הדלק הראשי של הצד המתאים (תא אחורי).

(5) לאחר הוצאת הלחיץ - שחרר את מתגי משאבות הלחץ הנמוך.

הערה:

הפעלת מתגי בדיקת משאבות הלחץ הנמוך גורמת לפתיחת ברזי לחץ גבוה, במידה שקיימת תקלה במתג המצערת המפעיל ברז זה. הוצאת הלחיץ תגרום לתפיסת הברז במצבו האחרון (פתוח) ולהפסקת המשאבה.

3) עכברים בחוץ

א) כללי

מתחת גובה 18,000 רגל וב-80% סל"ד - הימצאות העכברים בחוץ אינה מפריעה לתפעול המנוע וסביר שלא יהיו כל בעיות. ככל שעולים בגובה - פוחתים התנאים לביצועי המנוע להאצות, להפעלת מבער, להתנעה באוויר, להזדקרות מדחס. מעל גובה 18,000 רגל - תנועות מצערת חטופות עלולות לגרום להזדקרות מדחס או לכיבוי מנוע. כמו-כן, יש הקטנה בביצועי הטווח של המטוס (5% בגובה 10,000 רגל, 18% בגובה 30,000 רגל). סל"ד מעל 94% גורם לגידול תצרוכת הדלק בלי שיעלה במקביל כוח המנוע.

שים-לב!

הטווח המירבי קטן ב-10% בכל הגבהים.

ב) אבחנה

(1) בדיקה חזותית (אפשר גם בעזרת הראי).
(2) הפחתה ניכרת של זרימת הדלק כאשר ה-סל"ד מעל 85%.
(3) נפילת כוח ניכרת (35% בקירוב) כאשר נמצאים מעל 90% סל"ד.
(4) נשמע רעש חזק מכיוון המנוע במהירויות גבוהות מ-300 קשר.

ג) פעולות

(1) נסה להוציא ולהכניס שוב את לחיצי העכברים.
(2) אם לא עזר - הנמך מתחת גובה 18,000 רגל (מתחת גובה זה אין מגבלות תפעול מנוע).
(3) אם אתה נמצא מעל גובה 18,000 ר' - הקטן סל"ד מתחת 80% מחשש להזדקרות מדחס.

הערות:

(א) אם אתה מעל 30,000 רגל במהירות תת-קולית ו-סל"ד מעל 90% - כאשר העכברים בחוץ - עלול להתקבל הבהוב במנורת אש. במקרה זה - הקטן סל"ד והנמך.

(ב) להשגת טווח מירבי במקרה של תקלת עכברים - כאשר הם בחוץ - ודא שאינך עובר 94% סל"ד, כדי לשמור על המאץ הדרוש.

ו. תקלת שמן מנוע

1) אבחנה: ירידת לחץ שמן, תקלת גנרטור או אי-פעולה של תריסי הפליטה.

2) משמעות: אין שימון למנוע - קרוב לוודאי שאין שמן במיכל.

הערה:

תקלת גנרטור או תקלת תריסי פליטה, עלולה להורות על תקלת שמן מתקרבת.

3) פעולות

א) סגור מצערת לסרק - אם לא ניתן לשמור 30 psi לפחות, במנוע יבש מלא.

ב) כבה מנוע - אם לא ניתן לשמור 12 psi לפחות, במהלך סרק.

ג) חזור מיד לנחיתה.

שים-לב!

אם ירידת לחץ השמן מלווה ברעידות מנוע, כבה מיד את המנוע המתאים.

הערה:

אם התנאים אינם מאפשרים כיבוי מנוע, שמור סל"ד בתחום 80%-90%, הפעל מצערת בעדינות והימנע מתמרונים חריפים.

כו-3. תקלות דיחוס ומיזוג

א. טמפרטורות תא קיצוניות

1) נסה לווסת במצב אוטומטי.

2) נסה לווסת במצב מיכני - ודא שווסת טמפ' של חליפת הלחץ מופסק.

3) נסה לווסת באמצעות ידית-הפגת-אדים.

4) ודא שפתחי המיזוג בתא האחורי פתוחים.

5) אם דרוש - פתח את פתח אוורור חירום.

שים-לב!

אין לפתוח את אוורור החירום מעל גובה 25,000 רגל.

6) הוצא לחיץ חימום ואוורור תא (תא אחורי לוח מס' 3).

7) אם אין אפשרות להשתלט על טמפ' קיצונית - השלך את החופה האחורית.

ב. הרחקת עשן, אדים וריחות מהתא

1) חמצן - העבר למצב 100%.

2) הנמך מתחת גובה 25,000 רגל ופתח אוורור חירום.

3) אם העשן או הריחות נמשכים, שקול השלכת חופה אחורית.

שים-לב!

אם משליכים את החופה הקדמית, אין אפשרות להפלטה עוקבת של הצוות.

אזהרה!

יש להתכונן להפלטה לפני השלכת החופה, בגלל סכנת התלקחות-אש בעקבות ההשלכה.

ג. לחץ - יתר בתא

1) אוורור חירום - פתח (מתחת 25,000 ר').

שים-לב!

על הקרקע, אל תפתח חופה לפני שחרור דיחוס, מחשש שהחופה תעוף.

2) אם אוורור-חירום לא עזר -הוצא לחיץ חימום ומיזוג בתא האחורי (לוח מס' 3).

כו-4. תקלות חופה

א. נורית חופה דולקת אחרי סגירת החופה

1) פתח את החופה ונסה לסגור פעם נוספת.

2) אם המנורה לא כבתה - פתח ברגיל וקרא לעזרת המכונאי.

ב. חופה לא נפתחה

1) ידית רגילה - למצב פתוח.

2) ידית פתיחה מיכנית - משוך לאחור (יתכן שיהיה צורך להפעיל כוח כדי להביאה למצב פתוח).

3) אם החופה לא התרוממה לבד - הרם אותה ביד לאחר פתיחת הנועלים.

4) במקרה חירום - השלך את החופה בעזרת ידית החירום.

שים-לב!

קיימת סכנה שהחופה תיפול על מנגנון הכיסא לאחר השלכתה וכתוצאה מכך - הפלטת הכיסא שלא באופן רצוני. לכן, אל תשליך חופה על הקרקע, אלא אם הכרחי.

ג. נורית חופה דולקת באוויר

1) הקטן מהירות והנמך מתחת 25,000 רגל.

2) הפסק דיחוס תא ע"י ידית אוורור חירום.

3) ודא ידית החופה במצב קדמי לגמרי וסימני הנעילה (פסים ירוקים) - מתואמים.

כו-5. **תקלות חמצן**

א. **אבחנה:** הרגשת חנק, נצנץ אינו פועל, סימני חוסר חמצן.

ב. **משמעות:** חמצן אינו מגיע למסיכת הטייס.

ג. **פעולות**

1) הפעל חמצן ל-100% ובלחץ, תוך-כדי הנמכה לגובה 10,000 רגל ומטה.

2) בדוק את חיבור צינור המסיכה. ודא מתג אספקת חמצן במצב ON, בדוק כמות ולחץ חמצן.

3) אם עדיין אין מגיע חמצן - הפעל את מתג החמצן לחליפת הלחץ.

4) אם החמצן מתחיל להגיע (לאחר הפעלת מתג החמצן), סגור את ברז החמצן בווסת הרגיל ונתק את צינור החמצן המוליך מהמטוס לחיבור המסיכה (לא את המסיכה מהחיבור).

5) אם כל הפעולות לא הועילו - משוך את ידית חמצן החירום על הכיסא ונתק את צינור החמצן המוליך מהמטוס לחיבור המסיכה.

ד. **נורית חמצן דולקת**

1) **משמעות:** כמות החמצן במיכל ירדה מתחת ליטר אחד.

2) **פעולה**

החל בהנמכה לגובה 10,000 רגל ובדוק תקינות המחוון ע"י כפתור הבדיקה. חזור לנחיתה, אם אמנם כמות החמצן פחותה מליטר אחד.

כו-6. **תקלות מערכת הדלק**

א. **תקלת משאבת לחץ נמוך**

1) **אבחנה:** לפי מחוון דלק לחץ-נמוך.

2) **משמעות:** אחת המשאבות אינה פועלת.

3) **פעולות**

א) הפסק מבער והפחת מנוע, עד שהלחץ מגיע ל-5 psi לפחות

ב) נסה להכניס את הלחיצים שקפצו - ניסיון אחד בלבד.

הערה:

לחץ של 5 psi מספיק לפעולת המנוע ללא מבער בכל הגבהים.

ג) חזור לנחיתה.

ב. **שתי משאבות לחץ נמוך אינן פועלות**

1) **אבחנה:** דלק לחץ-נמוך יורד מתחת 5 psi.

2) **משמעות:** משאבות אינן פועלות, קיימת סכנת כביית מנועים מעל 20,000 רגל.

3) **פעולות**

א) מצערות - העבר לסרק והנמך מתחת לגובה 20,000 רגל.

ב) בדוק את לחיצי המשאבות, ואם קפצו - עשה ניסיון אחד בלבד, להכניסן.

ג) חזור לנחיתה תוך-כדי שימוש עדין במצערות.

הערה:

במטוס שבו מתגי בדיקת משאבות ל"נ, יש עוקת דלק משותפת, לפיכך אבחנת תקלת משאבת דלק לחץ-נמוך תהיה לפי הלחיצים, במידה שמקור התקלה - קפיצת לחיץ.
כמו-כן, בזמן תקלת משאבת דלק לחץ-נמוך, הדלק יסופק בלחץ לשני המנועים.

ג. **תקלת העברה-מיכלי כנפיים**

1) **אבחנה:** אם קריאת גוף היא מתחת 7600 ליב׳,

הכמות הכללית גדולה ממנה
ב-700 ליב׳.

2) **משמעות:** דלק מהכנפיים אינו עובר למיכלי הגוף.

3) פעולות

א) ודא מתג העברות נתיקים במצב מופסק.

ב) ודא מתג העברת כנפיים מופעל.

ג) ודא מתג תדלוק באוויר במצב "מוכנס".

ד) בדוק לחיץ העברת כנפיים (לוח מס׳ 2 - תא אחורי).

ה) ודא מתג דיחוס מיכלים במצב "נורמל".

ד. תקלה בהעברת מיכלים נתיקים

1) **אבחנה:** מנורות סוף העברת נתיקים - נדלקות לפני הזמן.

2) **משמעות:** דלק אינו עובר מהנתיקים לגוף.

3) פעולות

א) ודא מתג העברות נתיקים במצב הדרוש - גחון או כנפיים.

ב) ודא מתג תדלוק באוויר במצב "מוכנס".

ג) ודא שחרור דיחוס מיכלים במצב מופסק.

ד) ודא לחיצי העברת נתיקים מוכנסים (לוח מס׳ 2 - תא אחורי).

הערה:

ניתן לנחות עם מיכלים מלאים בכל תצורה (אחד מהם או כולם).

ה) אם עדיין אין העברה מהכנפיים או מהנתיקים - הקטן מהירות, הורד גלגלים, בדוק שוב אם יש העברה.

ה. תקלה בהעברת מיכלי גוף

1) אבחנה

מנורת גובה דלק נדלקת בזמן העברת כנפיים (כמות מעל 10,000 ליב׳) וכמות דלק במיכל יורדת למטה מ-1500 ליב׳.

2) משמעות

אין העברת דלק ממיכלי גוף למיכלים 2-1 דרך המשאבות. יש העברה בכובד בלבד.

3) פעולות

א) מנוע - הפחת לצריכת דלק מזערית.

ב) חזור לבסיס הקרוב.

ג) עקוב אחר גובה הדלק במיכל 1.

הערה:

במטוס שבו קיימים מתגי בדיקת משאבות ל"נ - הוצא לחיץ 1 - H בלוח 2 (לחיץ זה מספק מתח לשסתומי המילוי. הוצאת הלחיץ תפתח את השסתום, אם התקלה היא במתג בדיקת משאבות העברה).

ו. העברה הפוכה מהגוף למיכלים

1) אבחנה

תקלה זאת תיתכן כאשר מתג תדלוק על הקרקע נשאר במצב "הרקה" (בית גלגל ימין), או שקיימת תקלה בשסתום ההרקה והוא נשאר פתוח. כמות הדלק בגוף תתחיל לרדת לפני גמר הנתיקים - כאשר מתג ההעברה נמצא על נתיקים, או שהכמות בגוף תרד במהירות בעוד שהכמות הכללית תרד בקצב צריכת המנועים - כאשר מתגי ההעברה במצב כנפיים.

2) משמעות

דלק מהגוף נכנס בלחץ המשאבות דרך שסתום ההרקה אל מיכלי הכנפיים או אל המיכלים הנתיקים (תלוי במצב מתגי ההעברה). עלול להיווצר מצב, שבו יעבור כל הדלק מהגוף אל המיכלים האחרים ולא תהיה אספקת דלק למנועים.

3) פעולה

א) אם התקלה אובחנה בזמן העברת נתיקים, הפסק את מתג ההעברה. השגח על מדי הדלק במידה שהם ממשיכים לרדת (במקרה זה יירדו גם כמות הגוף וגם הכמות הכללית), השלך את המיכלים הנתיקים.

ב) אם התקלה אובחנה בזמן העברת כנפיים, הפסק את משאבות הלחץ הנמוך ע"י הוצאת הלחיצים, השגח על כמות הדלק וחזור לנחיתה.

<u>הערה:</u>

משאבות הלחץ הנמוך גורמות לירידת הלחץ ביציאה ממיכלי הגוף ומאפשרות ללחץ הדיחוס מהכנפיים להעביר במישרין דלק למנוע דרך שסתום ההרקה.

כו-7. תקלות הידרוליות

א. <u>אבחנה:</u> כל תקלה במערכת ההידרולית תאובחן ע"י הידלקות נורית אזהרה "לחצים הידרוליים" בטבלת האזהרות.

ב. <u>משמעות:</u> הלחץ באחת מהמערכות או המשאבות ירד מתחת 1500 psi .

ג. <u>פעולה</u>

בדוק את הלחצים ההידרוליים ובצע את הפעולות המתאימות, לפי המערכת.

ד. <u>תקלת מערכת הגאים מס' 1 או מס' 2</u>

1) <u>אבחנה:</u> נורית + מחוג המערכת מתחת 1500 psi .

2) <u>פעולות</u>

א) צפה לתקלה אפשרית מתקרבת במערכת השרת.

ב) חזור מיד לנחיתה תוך-כדי ביצוע גישה ישירה.

ג) מוקדם ככל האפשר - הורד גלגלים והורד מדפים לחצי.

ד) שמור 17 יחידות זווית-התקפה בצלע סופית.

ה) ודא מתג APU במצב "נורמל".

ה. <u>תקלה בשתי מערכות הגאים</u>

1) <u>אבחנה:</u> שני המחוגים במד-הלחץ יורדים מתחת 1500 psi .

<u>שים-לב!</u>

אין שום אפשרות להפעיל את הגה הגובה ללא לחץ בשתי מערכות ההגאים (לבד מבמטוסים בעלי מערכת APU).

2) <u>פעולה</u>

א) עקוב אחר הלחצים ההידרוליים.

ב) אם הלחץ אינו מספיק לשליטה על המטוס - נטוש!

ג) במטוס עם APU - הקטן מהירות מתחת 600 קשר (0.95 מאך), הנמך מתחת 20,000 רגל ונהג כבתקלת הגאים של מערכת אחת.

ו. <u>תקלה באחת ממשאבות מערכת השרת</u>

1) <u>אבחנה</u>

תקלה במשאבה מס' 1 - הלחץ במחוון יירד ל-2700 psi (הלחץ של משאבה מס' 2).
תקלה במשאבה מס' 2 - הלחץ במחוון לא ירד, הקריאה תישאר 3000 psi (הלחץ של משאבה מס' 1).

2) <u>פעולה</u>

חזור לנחיתה.

<u>הערה:</u>

בתקלה של משאבה אחת ממשאבות השרת, תספיק המשאבה השנייה לתפעול מלא של כל הצרכנים.

ז. <u>תקלה כללית במערכת השרת</u>

1) <u>אבחנה:</u> לחץ מערכת שרת יורד מתחת 1500 psi .

2) <u>משמעות:</u> צפה לתקלה אפשרית מתקרבת באחת ממערכות ההגאים.

3) המערכות הבאות לא תפעלנה:

א) הגה כיוון.

ב) הורדה רגילה של גלגלים ומדפים.

ג) מעצורי-אוויר.

ד) בלמים רגילים ובלמי חירום (פרט למצבר).

ה) היגוי גלגל קדמי.

ו) מונע החלקת גלגלים.

ז) דלתות אוויר-משני למנוע.

ח) קיפול וו-עצירה.

ט) אנטנת ה-מכ"מ.

י) מדחס מערכת פנימטית.

יא) כונסי אוויר למנוע.

יב) מעבר עוקף לאוויר המנוע (פעמון).

יג) תותח.

יד) משאבות העברת דלק (הידרוליות).

טו) פתח תדלוק באוויר.

טז) טייס אוטומטי.

יז) משככי סבסוב וגלגול.

הערה:

מאזנות תפעלנה בחצי הכוח.

4) פעולות

א) חזור לנחיתה תוך-כדי הרקת דלק מהכנפיים, במידת האפשר.

ב) הורד גלגלים ומדפים בחירום.

ג) משוך ידית בלמי חירום.

ד) הורד וו-עצירה (נתק אנטי-סקיד) .

ה) לאחר הנגיעה, התחל לעצור ע"י לחיצה ממושכת בלתי פוסקת - הגבר את הלחיצה ככל שהמהירות יורדת.

ו) שמור כיוון במידת האפשר, על-ידי הגה הכיוון (הפעול מיכני).

ז) אל תוציא מצנח ברוח-צד מעל 10 קשר.

ח) נחת בנוהל כניסה לרשת עצירה.

ט) צפה להאצה עצמית של המנועים מחמת אי-פתיחה של דלתות אוויר-משני למנוע.

ח. תקלה במערכת השרת, עם תקלה באחת ממערכות ההגאים

1) שמור מהירות 250 קשר.

2) השלך מטען לא סימטרי.

3) בצע גישה ישירה.

4) הורד גלגלים בחירום.

5) הורד וו-עצירה (נתק אנטי-סקיד) .

6) בצע נחיתה ללא מדפים.

7) הימנע מהטיות גדולות ותפעול מאזנות חריף.

8) שמור 17 יחידות זווית-התקפה בצלע סופית.

9) נחת בנוהל כניסה לרשת.

10) צפה להאצה עצמית של המנועים - פעל בהתאם.

11) נהג לפי נוהל: תקלה כללית במערכת השרת, במקרה של תקלה כללית במערכת השרת.

ט. תקלות בלמים

1) תקלת מונע החלקת גלגלים (ANTI SKID):

א) בלמים - שחרר.

ב) מונע החלקה - הפסק בעזרת המנוף שעל מוט ההיגוי, ואח"כ הפסק את המתג (ANTI - SKID).

ג) המשך לעצור בעדינות.

2) בלמים רגילים אינם עוצרים:

א) מנוף ניתוק - לחץ על מוט ההיגוי.

ב) ידית מעצורי-חירום - משוך.

ג) המשך לעצור בעדינות.

י. גלגלים אינם ננעלים מטה

1) נסה פעולה נוספת של הרמה והורדה.

2) עדיין לא ננעלו - נסה הורדה תוך-כדי עומס g שלילי.

3) לא ננעלו - הורד בחירום.

יא. הורדת גלגלים בחירום

1) מהירות - מתחת 250 קשר.

2) לחיץ הורדת גלגלים - הוצא.

3) ידית גלגלים - הורד.

4) משוך את ידית החירום והחזק אותה משוכה עד נעילת הגלגלים.

הערה:

אם הידית אינה נמשכת החוצה - החל להרים גלגלים תוך-כדי משיכת ידית חירום. ברגע שידית החירום החלה לצאת - הקפא מצב ידית גלגלים ומשוך ידית חירום, עד נעילת הגלגלים מטה (במידה שאין הצלחה בידית קדמית - נסה הפעלה בעזרת ידית אחורית).

5) אם הגלגלים אינם ננעלים - בצע החלקות ותנועות עלרוד.

6) ודא מצב מציינים.

הערה:

לנחיתה במצב גלגלים לא נעולים מטה, נהג כמפורט בטבלה שלהלן

טבלת תקלות בכן-נחיתה - נחיתות חירום

לפני נחיתות חירום ודא:

א. מציאות כבל עצירה ורשת.

ב. תנאי רוח-צד.

ג. מצב מסלול, אורך, רוחב (OVER RUN) .

אם תנאים ב' ו-ג' אינם טובים - נטוש!

נחיתה מומלצת

מצב בן הנחיתה	לנחיתה ללא וו-עצירה עיין בהערות	לנחיתה עם וו-עצירה עיין בהערות
כל הגלגלים מעלה	2,3,4,5,9, 11.	2,3,4,5,9, 11.
גלגל ראשי אחד מעלה, גלגל אף - מטה.	1-11 או 2,3, 4,5,8,9,10.	1-11 או 2,4, 7,9.
כן-נחיתה אחד או השניים מטה ללא גלגל. גלגל אף - מטה.	1-11 או 2,3, 4,5,8,9,10.	1-11 או 2,3, 4,7,8,9.
גלגלים ראשיים מעלה, גלגל אף - מטה.	2,3,4,5,9, 10.	2,3,4,5,9.

נחיתה אינה מומלצת

גלגל אף מעלה, גלגלים ראשיים מטה.	2,3,4,6, 9,10,11.	/
כן-נסע קדמי מטה, ללא גלגל. גלגלים ראשיים מטה.	1,2,3,6, 9,10,11.	/
גלגל ראשי אחד מעלה, גלגל אף - מעלה.	1 - אם בלתי אפשרי - נטוש!	/

אזהרה!

נחיתה בעזרת כבל עצירה כאשר גלגלים ראשיים בחוץ וגלגל-אף בפנים - אסורה, מחשש לפגיעה חמורה במטוס ובצוות.

הערות:

1. אם ניתן לקפל גלגלים - קפל אותם ונחת נחיתת-גחון.

2. השאר מיכלי גחון ריקים. בכך תפחית את הנזק למטוס.

3. השלך נתיק גחון.

4. אם ניתן - רצוי להתיז קצף על המסלול.

5. הוצא מצנח-עצירה בנגיעה במגבלות רוח-צד.

6. השהה הוצאת מצנח-עצירה עד אשר האף נוגע במסלול.

7. אל תוציא מצנח-עצירה אלא אם ביצעת נחיתה לא טובה והליכה סביב אינה אפשרית.

8. נחת בצד ההפוך לגלגל שבפנים.

9. הורד 1/2 מדפים, שמור 10 קשר מעל למהירות המחושבת, בצע גישה שטוחה.

10. אל תכבה מנוע, כדי לאפשר היגוי קרקע ופעולות בלמים.

11. שעון זווית ההתקפה יראה 3-4 יחידות פחות מהמצב האמיתי, כאשר דלת כן-נחיתה קדמית מעלה.

ישנן כמה סכנות נוספות למצבים שלעיל, לכן נהג לפי הנוהלים שלהלן :

1. נחיתה בעזרת כבל עצירה כאשר נפל הגלגל ונותר רק כן הנחיתה, עלולה לחתוך את כבל העצירה.

2. השלך חימוש תוך התחשבות במקום, ובנזק שעלול להיגרם.

3. שרוף או הרק דלק, הקטן משקל.

4. שחרר לחץ דיחוס ממיכלי כנפיים בעזרת מתג שחרור דיחוס.
במטוס שבו מתגי בדיקת משאבת ל"נ - הוצא לחיץ תדלוק והפעל מתג תדלוק באוויר למצב EXTEND .

יב. <u>הרמת גלגלים לאחר הורדתם בחירום</u>

אם הורדת הגלגלים בחירום גרמה להורדת חלק מהם בצורה שאינה מאפשרת נזיחתה, ומלבד זאת קיים לחץ שרת, ניתן לקפל את הגלגלים לפי הנוהל הבא:

1) ידית גלגלים בחירום - החזר למצבה הנורמלי (בתא אחורי יש לדחוף את הידית מעלה, לפני שמחזירים את הידית למקומה, אם הגלגלים הורדו מתא אחורי).

2) המתן לפחות דקה אחת.

3) ידית גלגלים - מעלה.

4) לחיץ גלגלים - הכנס.

<u>הערה:</u>

יש להקפיד להכניס את הלחיץ רק לאחר שידיות החירום הוחזרו למצבן הנורמלי.

יג. <u>הורדת מדפים בחירום</u>

<u>הערה:</u>

בהורדת מדפים בחירום, כאשר יש לחץ שרת - סביר שלאחר הורדת מדפים יאבד לחץ זה. לכן, כאשר התקלה היא תקלת מדפים - מומלץ לנחות ללא מדפים.

1) מהירות - מתחת 200 קשר.

2) לחיץ הורדת מדפים - הוצא.

3) ידית החירום - משוך.

4) בדוק מציינים - מדפים יורדים רק לחצי.

5) אם המדפים לא ירדו - נסה הורדה בחירום מתא אחורי.

<u>הערות:</u>

א) בהורדת מדפים בחירום ללא הוצאת הלחיץ, כאשר יש לחץ במערכת השרת, לחץ המערכת יפול ל-0 בשל ניקוז השמן החוצה.

ב) בהורדת מדפים בחירום, עלולה להיווצר אי-סימטריה בירידת המדפים.

יד. <u>וו עצירה לא יורד</u>

הוצא לחיץ וו-עצירה (לוח לחיצים מס' 3).

כו-8. תקלות הגאים

א. תגובות לא רגילות בהפעלת ההגאים

1) נתק את המשככים והטייס האוטומטי בעזרת המנוף על מוט ההיגוי.

2) אל תפעיל שנית את הטייס האוטומטי.

3) אם המשככים גרמו לתקלה - השאר אותם מחוברים.

4) אם הטייס האוטומטי גרם לתקלה - נחת מוקדם ככל האפשר.

5) אם משכך הגובה גרם לתקלה - אל תעבור מהירות 300 קשר מתחת לגובה 10,000 רגל.

ב. תקלה ברגש המלאכותי הגה גובה

1) **אבחנה:** מוט ההיגוי נוטה קדימה, המקזז אינו משפיע על ההגה.

2) **משמעות:** תקלה במפוח הרגש המלאכותי - הכוח אינו משתנה בהתאם לתנאים.

3) **פעולות**

א) חזור לנחיתה.

ב) חימום פיטו - הפעל.

ג) הימנע מתנועות מטה גסות.

ד) השאר קיזוז במצב ניטרלי (לפי המחוון).

ג. תקלת מקזז גובה

1) **אבחנה:** מקזז פועל שלא בהתאם לפיקוד המתג.

2) **פעולות**

א) לחיץ קיזוז גובה - הוצא.

ב) הקטן מהירות מתחת 300 קשר.

ג) טייס אוטומטי - חבר.

ד) חזור לנחיתה.

כו-9. תקלות נחיתה

א. הגה כיוון נתקע בקצה המהלך

1) נחיתה עם וו-עצירה

א) לחיץ הגה כיוון - הוצא.

ב) מדפים - הורד לחצי.

ג) וו-עצירה - הורד.

ד) בצלע סופית שמור מהירות בהתאם לטבלה שלהלן.

ה) המנוע - בכיוון ההפוך להחלקה בסרק.

ו) אם יש מספיק כוח מנועים - הוצא מעצורי-אוויר.

ז) מצנח-עצירה - הוצא בנגיעה.

2) נחיתה בלי וו-עצירה (כאשר אין כבל-עצירה על מטלול הנחיתה)

א) מדפים - הורד לחצי.

ב) בצלע סופית - 15 קשר מעל לרשום בטבלה.

ג) מצנח-עצירה - הוצא 1 עד 2 מייל מתחילת המסלול.

ד) שמור מהירות כמצוין בטבלה.

ה) נחת בצד המסלול, מנוגד לכיוון ההחלקה.

ו) השתמש בהיגוי-קרקע (רק אם הדוושות במצב ניטרלי) ובבלמים, כדי לשמור כיוון.

הערה:

מחמת ההחלקה לא יראה מד-זווית-התקפה קריאה נכונה, לפיכך יש להעזר בצלע סופית במד-המהירות, לפי המצוין בטַבְלָה שלהלן:

מהירות נחיתה	משקל נחיתה
151	31,000
154	32,000
156	33,000
158	34,000
161	35,000
163	36,000
165	37,000
168	38,000

ב. כיבוי מנוע בגישה סופית

1) מצערות למנוע מלא או מבער - בהתאם לצורך.

2) מדפים - הרם לחצי (צפה להפסד גובה בין 100 - 500 רגל).

3) מצערת המנוע הכבוי - ל"סרק".

4) נחת מוקדם ככל האפשר.

שים-לב!

אין אפשרות לשמור טיסה ישרה ואופקית עם מלוא מדפים מטה, כשמנוע אחד ללא מבער.

ג. נחיתה עם מנוע אחד

1) הקטן משקל במידת האפשר (הרק ושרוף דלק).

2) ודא עכבר במנוע התקין - בפנים.

3) הפסק צרכני חשמל בלתי חיוניים.

4) בצע גישה ישירה.

5) נחת עם מדפים במצב חצי.

6) שמור 17 יחידות זווית-התקפה בצלע סופית.

ד. נחיתה ללא מדפים

1) בצע גישה ישירה.

2) שמור מהירות נכונה לפי מחוון מהירות נחיתה.

3) הימנע משינויי מצב אף גדולים.

ד. נחיתה עם כונסי אוויר סגורים

1) בצע גישה ישירה עם מדפים במצב חצי.

2) שמור 17 יחידות זווית-התקפה (22 קשר מעל המהירות הרגילה).

הערה:

הכוח הדרוש לשמירת מהירות נחיתה יהיה גדול מהרגיל. מירב הסחב יתקבל ב-94% סל"ד.

ה. נחיתה עם גלגל מפוצץ

1) מונע החלקת גלגלים - הפסק.

2) וו-עצירה - הורד.

3) נחת בצד ההפוך לגלגל המפוצץ.

4) שמור כיוון בעזרת היגוי גלגל קדמי.

5) השתמש בעדינות בבלמים.

6) אל תרים מדפים.

7) השתדל לכבות מנועים רק לאחר שהגיעה מכונית כיבוי האש, מחשש שהדלק שמתנקז בעת כיבוי מנוע יידלק כתוצאה ממגע עם הגלגל הפגוע.

ו. תקר בזמן נחיתה

1) מונע החלקת גלגלים - הפסק.

2) וו-עצירה - הורד (תוך התחשבות במטוס שמאחוריך). בקש מהמגדל הרמת רשת.

3) שמור כיוון בעזרת היגוי גלגל קדמי.

4) עצור בעדינות ואל תרים מדפים.

ז. נחיתה עם תריסי מנוע פתוחים

1) אבחנה: מחוון תריסים במצב פתוח, כאשר המנוע ב-סל"ד עבודה רגיל.

2) משמעות: אם שני התריסים פתוחים, הסחב המתקבל מהמנועים, שווה לסחב

המתקבל ממנוע אחד באוזם הסיבובים.

3) <u>פעולות</u>

א) הקטן משקל במידת האפשר.

ב) בצע גישה ישירה עם חצי מדפים.

ג) שמור 17 יחידות זווית-התקפה בצלע סופית.

ח. <u>ירידה לא סימטרית של מדפים</u>

1) הגדל מהירות מעל 200 קשר.

2) הרם מדפים.

3) הורד מדפים לחצי, המתן שנייה והורד מדפים למלא (במידה שלחץ שרת תקין).

4) בצע נחיתה ללא מדפים (במידה שניסיון ההורדה לא הצליח).

<u>הערה:</u>

פעולת מדפים בחירום עלולה להיות מלווה בירידה לא סימטרית - משום שאין משווה-זרימה בקו ההורדה בחירום.

ט. <u>נחיתת-אונס</u>

1) <u>מחוץ להקפה</u>

א) מהירות גלישה - 215 קשר.

ב) תכנן גישה לשדה הקרוב.

ג) בצע ניסיונות התנעה בהתאם לנוהל.

ד) נסה לאתר את התקלה.

2) <u>מערכות חשמל שתפעלנה על מתח מצבר</u>

א) העברת נתיקים וכנפיים.

ב) אזהרת לחץ דלק נמוך.

ג) תדלוק באוויר.

ד) השלכות חירום (כולל טילים).

ה) קשר-פנים.

ו) מד-זווית-התקפה.

ז) מצייני גלגלים ומדפים.

ח) חימוש מחדש של אזהרה ראשית.

ט) מחווני מנוע: סל"ד, טמפ' ותריסים.

י) קיזוז הגה-גובה.

יא) תאורת מכשירים חיצונית אדומה (חזק).

יב) תאורה לבנה.

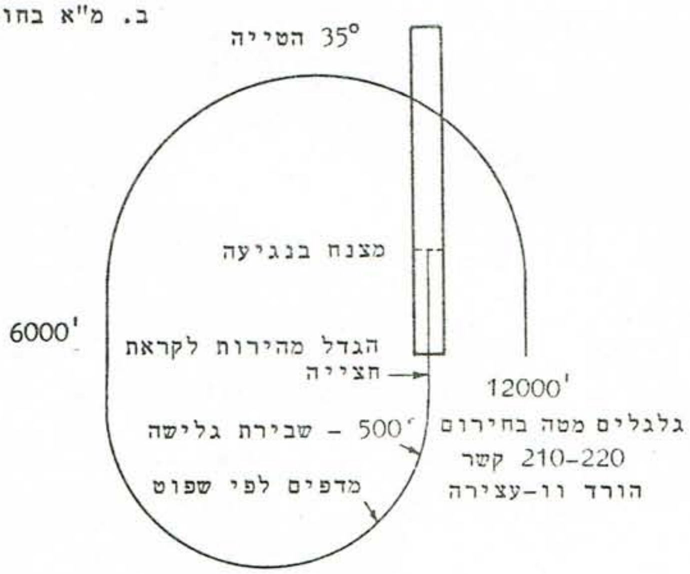
יג) הצתת מנועים.

יד) מנורת קפיץ.

טו) שסתומי דלק.

3) <u>הקפה לנחיתת-אונס</u>

נתונים בתרגול:
א. מהלך סרק
ב. מ"א בחוץ



<u>אזהרה</u>
זכור להפעל הגה-גובה בעדינות, היה מוכן לנטישה במקרה של אי-שליטה על המטוס.

<u>הערה:</u> ערך הגלישה של המטוס בנחיתת אונס הוא מייל 1 לכל 1000 רגל בקירוב.

כו-10. תקלות בקרת שכבת הגבול

א. <u>אבחנה</u>
נורית אזהרה בקרת שכבת גבול (BLC) בטבלת האזהרות - נדלקת, או מנורת גלגלים לא נעולים - דולקת כאשר מדפים מעלה.

ב. <u>משמעות</u>
המדפים במצב מעלה ואחד משסתומי המערכת פתוח. אוויר חם מהמדחס זורם לתוך המדפים ועלול לגרום לשריפה.

<u>אזהרה!</u>

המשך טיסה עם מדפים מעלה בזמן תקלה כנ"ל מהווה סכנה. קרוב לוודאי שתפרוץ אש ועלולות להיווצר תקלות הידרוליות וחשמליות.

ג. <u>פעולות</u>

1) מדפים - הורד מטה תוך-כדי הקטנת כוח.
2) מהירות - שמור במגבלת המדפים.
3) גלגלים - הורד.
4) נחת מוקדם ככל האפשר.
5) אל תרים מדפים לאחר נחיתה.
6) כבה מנועים לאחר פינוי המסלול.

כו-11. תקלת דלתות אוויר-משני למנוע

א. <u>אבחנה:</u> נורית אזהרה דלתות אוויר-משני למנוע בטבלת האזהרות - דולקת.

ב. <u>משמעות:</u> הדלתות אינן נמצאות במצב הנכון בהתאם לפיקוד ידית הגלגלים.

ג. <u>פעולות</u>

<u>גלגלים מעלה</u>

1) שמור מהירות מתחת ל-250 קשר.
2) נסה להוריד ולהרים גלגלים.
3) בקש ממטוס במבנה שיבדוק אם הדלת פתוחה.
4) אם הדלת פתוחה - חזור לנחיתה ללא שימוש ב-סל"ד גבוה (בגיחה מבצעית, שקול היטב הוצאת להיץ דלתות אוויר-משני).

<u>גלגלים מטה</u>

כאשר המצערת בסרק, קיימת סכנה של עליית סל"ד עד כוח מלא.

1) <u>נחיתה עם האצה עצמית - מנוע אחד</u>
   א) מצערת - סגור לסרק (התריסים ייפתחו והסחב יקטן לחצי).
   ב) בצע גישה רגילה.
   ג) מנוע - כבה לאחר הנגיעה.

2) <u>נחיתה עם האצה עצמית - שני המנועים</u>
   א) מצערת של אחד המנועים - סגור לסרק.
   ב) וסת את הכוח ע"י המנוע השני.
   ג) בצע גישה במהירות מעט יותר גבוהה.
   ד) מנוע ימין - כבה אחרי הנגיעה (אם נורית BUS TIE תידלק - לא יהיו קליטה ושידור).

כו-12. תקלת שסתומי בידוד מערכת הדיחוס

א. <u>אבחנה</u>

1) <u>באוויר</u>
לא תהיה אפשרות לאבחן את התקלה באוויר, אלא אם מורידים את סל"ד המנוע הפגום ומנסים להעלותו מחדש. כאשר תבוצע פעולה כנ"ל, ה-סל"ד יקפא בפחות מ-85%, או שתקרה הזדקרות מדחס וכביית מנוע מעל 85%.

<u>הערה:</u>

אם המנוע כבה, ניתן להתניעו מחדש, אולם ה-סל"ד לא יעלה מעל 65%, הטמפ' תעלה ל- 625° והתריסים יישארו במצב פתוח.

2) על הקרקע

בזמן ריצת מנועים לפני ההמראה, עם הגדלת ה-סל"ד במנוע התקין (כאשר המנוע הפגום בסרק), תהיה תגובה על מחווני המנוע הפגום. עלייה של יותר מ-2.5% סל"ד או ירידה של יותר מ- 25° בטמפ' צינור הפליטה, או ירידה של יותר מ-100 ליב' בזרימת הדלק, כל אחת מתופעות אלה, היא סימן לשסתום בידוד פגום.

ב. משמעות

שסתום-כיוון-אחד ביציאת האוויר מהדרגה ה-17 של המנוע אל סעפת הדיחוס, אינו פועל ומאפשר מעבר לחץ לסעפת הדיחוס למדחס. כניסת דיחוס למדחס עלולה לגרום להזדקרותו, לכביית מנוע או לפעולה לא סדירה של המנוע.

ג. פעולות

1) את המנוע התקין סגור לסרק (ע"י כך תיפסק כניסת הלחץ למדחס והמנוע יחזור לפעולה תקינה).

2) את המנוע הפגום פתח ל-סל"ד הדרוש.

3) את המנוע התקין פתח ל-סל"ד הנמוך במעט מזה של המנוע הפגום.

4) ודא שבכל שינוי סל"ד יהיה המנוע הפגום ב-סל"ד גבוה מהמנוע התקין.

5) חזור לנחיתה.

כו-13. | נטישה |

א. היחלצות מהירה על הקרקע

1) ידית ההפלטה התחתונה - אבטח.

2) חיבור רצועות הכתפיים - שחרר.

3) חיבור זווד המילוט - נתק בעזרת הידית (כל-עוד אתה יושב עליו).

4) חיבור הרתמה לכיסא - נתק, נעילת הידיה - ודא במצב עליון.

5) חופה - פתח וצא מהמטוס.

ב. נטישה באוויר

שים-לב!

אם ניתן, בצע את הנטישה מעל גובה 2000 רגל במהירות 250-300 קשר. ניתן לנטוש עד 550 ק', אם-כי מעל 450 קשר צפוי הנוטש לפגיעות. בגובה נמוך ומהירות גבוהה - הגובה המזערי לנטישה הוא 50 רגל.

1) רצועות כתפיים - נעל, רצועות מתניים - הדק, משקף - הורד.

2) כיסא - הורד למצב הדרוש, ראש - מתחת ידית הפלטה עליונה.

3) ודא מצב ישיבה נכון: גו זקוף, ראש אחורנית, כתפיים צמודות למושב, רגליים פשוטות קדימה כשהירכיים על המושב.

4) משוך בידית הפלטה:

א) ידית התחתונה - יד ימין מחזיקה את הידית, יד שמאל תומכת את פרק יד ימין.

ב) ידית עליונה - שתי הידיים תופסות את הידיות כאשר הבוהנים כלפי חוץ והמרפקים צמודים ברוחב הכתפיים.

ג) בשני המקרים המשך למשוך בידית, גם לאחר שהחופה נפלטה. זכור שההפלטה מהכיסא הקדמי היא תמיד כפולה.

ג. תקלות בהפלטת החופה

1) אם החופה לא הושלכה - המשך להחזיק ביד ימין את ידית ההפלטה והשלך את החופה.

2) נסה להשליך את החופה בהתאם לסדר - פתיחה רגילה, ידית פתיחה מיכנית, השלכה בחירום.

3) אין אפשרות להפליט את הכיסא אם החופה לא הושלכה.

ד. תהליך הפלטה מיכני

אם החופה הושלכה והכיסא לא נפלט:

1) שמור מהירות 200-250 קשר.

2) חיבור הרתמה לכיסא - שחרר ע"י הידית.

3) שמור טיסה אופקית וקזז את המטוס עד סוף המהלך אף-מטה.

4) רצועת הכתף השמאלית - החזק ביד שמאל.

5) מוט היגוי - שחרר **וצא מהמטוס**.

6) מצנח - פתח מתחת גובה 10,000 רגל.

ה. תקלה באקדחון (הכיסא ממשיך להתגלגל)

פעולה

בצע במהירות האפשרית יציאה מיכנית מהכיסא.

ו. תקלה ביחידה ברומטרית

אם הטייס אינו משתחרר מהכיסא בגובה המתאים (0-3000+11,500 רגל):

1) חיבור הרתמה לכיסא - שחרר ע"י ידית החירום

2) רצועת כתף שמאל - החזק ביד שמאל.

3) דחוף את הכיסא ופתח את המצנח.

שים-לב!

א) אל תנסה לשחרר את זווד המילוט בזמן הישיבה בכיסא. הוא יינתק ויאבד לאחר הפרדת הטייס מהכיסא.

ב) לצורך ניתוק המצנח והפסקת גרירה על הקרקע בגלל רוח, יש לנתק את שתי רצועות הכתפיים (השתיים מתחברות יחד לפני יציאת המיתרים). עם ההפרדה מהכיסא, מאבדים את בקבוק חמצן החירום ויש צורך לפתוח את המסיכה כדי למנוע חנק.

כו-14. תקלות מערכת החשמל

א. תקלת גנרטור

1) אבחנה: נורית גנרטור דולקת.

2) משמעות: גנרטור אחד אינו מזין את המערכת. אם החיבור בין פסי הצבירה נשאר תקין, יספק גנרטור אחד את כל צרכני המטוס.

3) פעולות

א) לחץ שמן - בדוק.

ב) משככים - הפסק, כדי למנוע תנועות הגאים חטופות בזמן ניתוק פסי הצבירה.

ג) נסה להפסיק ולהפעיל מחדש את מתג הגנרטור הפגום.

ד) אם הגנרטור אינו מתחבר למערכת, הפסק את המתג ונסה לחברו מחדש. השאר את המתג מופסק, במידה שהגנרטור לא התחבר.

ה) חבר את המשככים מחדש.

> **אזהרה!**
>
> מכיוון שניסיון חיבור גנרטור פגום עלול לנתק גם את הגנרטור השני או את חיבור פסי הצבירה, אין לנסות לחבר מחדש גנרטור פגום בטיסות לילה, בתנאי מכשירים או בטיסות מבצעיות.

ו) חזור לנחיתה אם לא הצלחת לחבר את הגנרטור.

ז) השגח על לחץ השמן.

ב. תקלת שני גנרטורים

1) אבחנה

כל מערכות החשמל שאינן מחוברות לפס צבירה עיקרי 28 וולט - יפסיקו לפעול, דיחוס התא ישתחרר ודגלון OFF יופיע על האופק המלאכותי - תא קדמי. מנורת פס צבירה זרם ישר D.C. BUS תידלק.

2) משמעות

אין זרם למטוס, פרט לזרם ישר 28 וולט,

המסופק על-ידי המצבר לצרכנים הקשורים לפס צבירה עיקרי מצבר. המצבר יספיק לפעולה של 10 דקות בערך.

3) פעולות
א) צרכני חשמל בלתי חיוניים ומשככים - הפסק.

ב) הפסק והפעל מחדש את שני מתגי הגנרטורים.

ג) אם הגנרטורים אינם מתחברים: הפסק את המתגים.

ד) חזור מיד לנחיתה, הורד גלגלים בחירום.

ה) הורד וו-עצירה.

ו) אל תוריד מדפים בחירום מחשש שהשמן ממערכת השרת יתרוקן.

ז) אם הגלגלים הורדו ברגיל לפני תקלת החשמל, יש להורידם בחירום, כדי להכניס לחץ בקו מטה של מערכת הגלגלים (בוחר הגלגלים חוזר למצב ניטרלי בהפסקת חשמל ופורק את הלחץ בקו מטה).

שים-לב!

1. אם המדפים היו במצב מטה בזמן הפסקת החשמל, הם יעלו מעלה ע"י לחץ האוויר.

2. אם קרתה תקלת חשמל כללית בזמן ההסעה, יש להפעיל מייד את מערכת הורדת הגלגלים בחירום.

3. דלתות אוויר-משני למנוע תיסגרנה בזמן תקלת חשמל כללית ויש לצפות להאצה עצמית של המנועים.

4. רגש מלאכותי בהגה כיוון יעבור לדרגת רגישות גבוהה. יש לשים לב לכך במהירות גבוהה.

ג. חיבור פסי צבירה פתוח - גנרטורים פועלים

1) אבחנה

נורית אזהרה קשר פסי צבירה - נדלקת. אם שני הגנרטורים פועלים, לא תהיינה שום תופעות נוספות.

2) משמעות
הקשר בין שני פסי הצבירה מנותק, כל גנרטור מספק את המתח לפסי הצבירה שלו.

3) פעולות

א) משככים - הפסק.

ב) נסה להפסיק ולהפעיל גנרטור ימין.

ג) אם המנורה ממשיכה לדלוק וקריאות המכשירים אינן מהימנות:
הפסק גנרטור ימין, וודא שמנורת הקשר פסי צבירה - נכבית.

ד) אם המנורה עדיין דולקת: הפעל וחדש את גנרטור ימין, חבר משככים וחזור לנחיתה.

ד. חיבור פסי צבירה פתוח - גנרטור שמאל אינו פועל

1) משמעות
אין מתח לפסי הצבירה הראשיים צד שמאל - זרם חילופין.

2) פעולות

א) משככים - הפסק.

ב) הפסק והפעל מתג גנרטור שמאל. אם שתי הנוריות עדיין דולקות:
חבר משככים, הפסק מערכות חשמל בלתי חיוניות וחזור לנחיתה.

ג) העבר את מתג תאורת המכשירים בתא קדמי למצב מופסק (OFF) כדי לקבל תאורת מנורות אזהרה.

שים-לב!
אם מתג תאורת המכשירים נמצא על אחד המצבים, לבד ממצב מופסק, לא יידלקו מנורות האזהרה (גנרטור ופסי צבירה) והסימן הברור היחיד יהיה - הפסקת פעולת ה-מכ"מ. כדי לוודא קיום תקלה, יש להעביר את מתג תאורת המכשירים

למצב מופסק ולבדוק את מנורות האזהרה.

הערה:

התאורה האדומה של חלל התא מקבלת מתח במצב ביניים (MED) מפס צבירה שמאל - זרם חילופין. לכן, מומלץ לטוס בלילה כאשר מתג תאורת המכשירים אינו במצב מופסק אלא במצב "ביניים", כדי לקבל התראה על תקלה בו-בזמן בגנרטור שמאל ובחיבור פסי הצבירה.

ה. חיבור פסי צבירה פתוח - גנרטור ימין אינו פועל

1) משמעות
פסי צבירה זרם חילופין צד ימין, אינם מקבלים זרם.

2) פעולות

א) משככים - הפסק.

ב) הפעל והפסק מחדש את מתג הגנרטור.

ג) אם אין תגובה - פעל כמו בתקלת גנרטור.

ו. מנורת פס צבירה זרם ישר

1) אבחנה
מנורת פס צבירה זרם ישר D.C.BUS דולקת.

2) משמעות
אין חיבור בין פס צבירה עיקרי ופס צבירה ראשי 28 וולט זרם ישר. החיבור ניתק כתוצאה ממתח נמוך באחד הפסים (לפחות למשך 2 שניות). אם המנורה דולקת בקביעות, ייתכן שאחד המיישרים נפגע. לכן, בדוק אם יש מתח בפס צבירה ראשי 28 וולט, ע"י הוצאת מעצורי-אוויר או ע"י בדיקת עמעום תאורת אזהרה. בדיקת פס צבירה היוני - בלתי אפשרית, משום שהמצבר מספק מתח לקו בזמן התקלה.

3) פעולות

א) בדוק צרכנים המופעלים ע"י פס-צבירה ראשי מתח ישר (אם אין מתח בפס צבירה ראשי 28 וולט, לא יפעלו הצרכנים המפורטים בסעיף ג׳, כו-15, להלן.

ב) חזור לנחיתה.

כו-15. **מערכות לא שמישות**

א. גנרטור שמאל אינו פועל - חיבור הפסים פתוח

1) AN/ARW 77 .
2) מונע הקרחה (למנוע).
3) תאורת אזהרה חיצונית (אדום מנצנץ) - חלק אחד של המנורה בלבד.
4) מונע החלקת גלגלים.
5) קירור מערכות (CNI) .
6) תאורת גוף המטוס.
7) תאורת מדפים צדדית - תא קדמי.
8) מצב "חלש" של תאורת לוח מכשירים תא קדמי.
9) חימום מערכת אינרציאלית.
10) הצתת מבער.
11) פנס נחיתה.
12) כוונת ירי.
13) שנאי שמאל 28 וולט.
14) ירי טילים.
15) הפעלת טילים.
16) שנאי מיישר שמאל זרם ישר.
17) משאבת העברה חשמלית (דלק מיכל 4).
18) תותח באף המטוס.
19) היגוי-קרקע.
20) תאורת לוחות צדדית - מצב ביניים.
21) משאבת דלק ל"נ שמאל (במטוסים מבלוק 41 ומטה - ימין).
22) מכ"מ.
23) מצלמת מסך מכ"מ.
24) כוון גובה מושב.
25) ניהוג טיל "שרייק".
26) תאורת פנס נייד.
27) זרם חילופין - מערכות שרת.
28) מצב "חלש" מנורות אזהרה.

29) מצב "חלש" אורות ניווט וזנב.
30) מערכת WRCS - מערכת הפצצה.

ב. <u>גנרטור ימין אינו פועל - חיבור הפסים פתוח</u>

1) מוצא כיוון ADF
2) קיזוז מאזנות.
3) חיבור מאזנות - הגה כיוון.
4) חימום פיטו - מד-מהירות.
5) משדר גובה - IFF .
6) חימום פיטו - זווית-התקפה.
7) תאורת אזהרה חיצונית (אדום מנצנץ) - חלק אחד של המנורה.
8) מערכת כוח - שחרור חימוש.
9) טייס אוטומטי.
10) מקלט UHF משני.
11) חימום פיטו - טמפ' כונס המנוע.
12) מרכז אווירודינמי.
13) חימום תא ואוורור.
14) מערכת גילוי אש.
15) תאורת מבנה.
16) מדי-כמות דלק.
17) תאורת מכשירים - תא קדמי.
18) זע"ט.
19) תאורת בית קיבול צינור תדלוק באוויר.
20) שעון טמפ' צינור פליטה.
21) משאבת דלק ל"נ ימין (במטוסים מבלוק 41 ומטה - שמאל).
22) בקרת כונסי אוויר.
23) משאבת העברה חשמלית (מיכל דלק 6).
24) מציין כמות חמצן.
25) מד-גובה אלקטרוני.
26) שנאי ימין 28 וולט.
27) מערכת ל"א.
28) שנאי מיישר ימין.
29) תאורת הסעה.
30) מכשיר רדיו UHF .
31) מע' גילוי טמפ' שמשה קדמית.
32) מצב "חזק" תאורת ניווט וזנב.

33) מערכת APU

ג. <u>פס צבירה 28 וולט זרם ישר לא פועל - מנורת D.C.BUS דולקת</u>

1) מוצא כיוון ADF .
2) חיבור מאזנות + הגה כיוון.
3) מרעיד מד-גובה.
4) וו-עצירה (הרמה).
5) דלהות אוויר-משני.
6) מקלט UHF משני.
7) חימום ואוורור תא.
8) שחרור ויריי חימוש קונבנציונלי.
9) בקרת ל"א.
10) שינוי פתח מדחס המנוע.
11) בקרת קירור מכשירים.
12) מדפים.
13) תאורת גוף חיצונית + זנב והתנגשות.
14) הרקה מהירה - כנפיים.
15) כוונת ירי.
16) כן-נחיתה.
17) תאורת נחיתה והסעה.
18) משאבות דלק ל"נ.
19) ירי טילים.
20) מחשב ניווט.
21) משאבות העברה חשמלית (מיכלי דלק 6+4).
22) הותח אף.
23) היגוי-קרקע.
24) מדחס מערכת אוויר דחוס.
25) מכ"מ.
26) הסרת גשם.
27) מצלמת מסך מכ"מ.
28) כוח מע' ל"א.
29) RMU 8/A - פעולה רגילה.
30) קיזוז הגה כיוון.
31) מעצורי-אוויר.
32) חימוש "מטען מיוחד" - נקודת תלייה בגחון.
33) מציין מצב קיזוז הגה-גובה.
34) TACAN .

35) מד-פנייה ונטייה.
36) זרם ישר למערכות שרת.
37) מקלט VGH .
38) מצב "חלש" - מנורות אזהרה.
39) מחשב הפצצה.
40) APR .

ד. <u>שני גנרטורים אינם פועלים - מתח מצבר בלבד</u>

<u>מערכות שמישות</u>

1) תדלוק באוויר.
2) השלכת חירום - כל המטענים.
3) מציין מד-זווית-התקפה.
4) מהפך - טמפ׳ צינור פליטה.
5) מנורת "קפיץ".
6) בקרת ההעברה - נתיקי כנפיים.
7) בדיקת מיכל מס׳ 1 ואזהרת לחץ דלק נמוך.
8) מציין מצב מדפים.
9) בקרת דלק.
10) הפעלת שסתומי העברת דלק.
11) מצב "חזק" - תאורה חיצונית לוח מכשירים.
12) קשר-פנים.
13) בקרת העברת דלק מיכלי כנפיים.
14) מציין מצב גלגלים.
15) הצתת מנועים (שמאל וימין).
16) חימוש מחדש של מנורת אזהרה ראשית.
17) MISSILE FAIRING.
18) השלכת טילים.
19) מציין מצב תריסי מנוע.
20) השלכת נקודת תלייה חיצונית.
21) RMU-8/A - הפעלת חירום.
22) מצב מובטח - מטענים מיוחדים - נקודת תלייה בגחון.
23) מצב שחרור - מטענים מיוחדים.
24) קיזוז הגה-גובה.
25) בקרת קיזוז.
26) תאורת חירום - לבנה.

כו-16. פעולות חירום בהמראה

א. מהירות מירבית להפסקת המראה בקו 800 מ׳ - <u>125 קשר.</u>

ב. <u>הפסקת המראה</u>

1) מצערת - לסרק.
2) מצנח - הוצא.
3) בלמים - לחץ.

<u>אם יש חשש לגמירת מסלול</u>

4) נוהל רשת עצירה - הפעל.
5) מטענים מתלקחים - השלך.
6) וו-עצירה - הורד.

ג. <u>תקלת מבער</u>

1) <u>אבחנה</u>
תריסי צינור הפליטה נשארים סגורים.

2) <u>פעולות</u>

א) אם מבער לא תפס - הפסק המראה.
ב) אם מבער כבה בהמראה - שקול הפסקת המראה.

ד. <u>תקלת מנוע בהמראה</u>

1) מהירות מזערית להמשך המראה עם מנוע אחד:

א) דלק פנימי - מנוע יבש - 120 קשר.
ב) מטען מירבי - מבער מלא - 150 קשר.

2) אם החלטת לעצור - בצע פעולות הפסקת המראה.

3) אם החלטת להמשיך בהמראה:

א) המנוע התקין - מבער מלא.
ב) מטענים חיצוניים - השלך במידת הצורך.
ג) נסוק לגובה בטוח ובדוק את סיבת התקלה.
ד) חזור לנחיתה בהקדם האפשרי.

ה. <u>אש בהמראה</u>

1) <u>אם החלטת לעצור</u>

א) בצע פעולות של הפסקת המראה.

ב) כבה את המנוע עם התקלה.

2) <u>אם החלטת להמשיך בהמראה</u>

א) מצערת המנוע התקין - מבער מלא.

ב) מצערת המנוע שבו התקלה - לסרק.

ג) מטענים חיצוניים - השלך במידת הצורך.

ד) נסוק לגובה בטוח ובדוק את סיבת התקלה.

ה) חזור לנחיתה בהקדם האפשרי.

3) <u>אם מתפתחת אש והחלטת לנטוש את המטוס</u>

א) ודא שהמטוס רץ עם גלגלים על הקרקע.

ב) נטוש את המטוס <u>בריצה על המסלול</u>.

ו. <u>פיצוץ גלגל בהמראה</u>

1) <u>החלטת לעצור</u>

א) בצע פעולות הפסקת המראה.

ב) מונע החלקת גלגלים - מופסק.

ג) שמור כיוון בעזרת היגוי-קרקע.

ד) אל תקפל מדפים.

ה) השתדל לכבות מנוע רק כאשר רכב כיבוי אש לידך, מחשש דליקה.

2) <u>החלטת להמריא (אם הפיצוץ קרה מעל 100 קשר מומלץ להמריא)</u>

א) אל תקפל גלגלים ומדפים.

ב) בדוק את מצב הגלגל בעזרת מטוס/מגדל.

ג) שרוף דלק עם גלגלים ומדפים מטה ונחת בזהירות.

ד) נחת לפי נוהל נחיתה עם גלגל מפוצץ.

ז. <u>גלגלים לא מתקפלים</u>

1) נסוק לגובה בטוח ושמור מהירות מתחת 250 קשר.

2) לחיץ גלגלים בפנים (תא קדמי) - בדוק.

3) לחצים הידרוליים - בדוק.

4) ידית - הורד, גלגלים - הרם שוב לאחר שהם ננעלו במצב מטה.

5) אם הגלגלים לא מתקפלים, או מראים מצב לא נעול - הורד גלגלים ושמור מהירות מתחת 250 קשר.

6) שרוף דלק עם גלגלים מטה וחזור לנחיתה.

<u>הערה:</u>

אם ידית גלגלים תקועה במצב מטה, אל תנסה להרים אותה בכוח.

כו-17. חוסר שליטה במטוס

א. <u>חוסר שליטה</u>

1) <u>אבחנה</u>

המטוס מבצע תמרון בלתי רצוני או לא בהתאם לכיוון תנועת ההגאים. זווית-התקפה - מתחת ל-30 יחידות.

2) <u>פעולות</u>

א) מטה - קדימה 5-10 יחידות זווית-התקפה.

ב) הגה-כיוון ומאזנות - באמצע.

ג) אם אין אפשרות להשיג 5-10 יחידות זווית-התקפה - שחרר הגאים <u>והוצא מצנח-עצירה</u> (לאחר ההיחלצות, מעל מהירות 250 קשר, השלך את המצנח).

ד) מצערות - לסרק (מלבד בגובה נמוך).

ב. <u>סחרור</u>

1) <u>אבחנה</u>

המטוס נכנס לסבסוב קבוע מלווה בתנועות עלרוד וגלגול, זווית ההתקפה עלולה להשתנות כל הזמן, כאשר הזווית הקיצונית -

30 יחידות זווית-התקפה לסחרור ישר ו-0 יחידות לסחרור הפוך.

2) <u>סחרור ישר</u>

א) <u>אבחנה</u>

מד-זווית התקפה 30 יחידות - תנועות סבסוב ועלרוד.

ב) <u>פעולות</u>

(1) מטה - מלא קדימה.

(2) הגה כיוון - ניטרלי.

(3) מאזנות - מלא עם כיוון המחט (הסחרור).

(4) מייד עם הפסקת הסבסוב - מאזנות לאמצע, שמור 5-10 יחידות זווית-התקפה.

(5) התחל להרים את האף במהירות 250 קשר, אל תעבור 19 יחידות זווית-התקפה במשיכה.

(6) אם אין שליטה על המטוס עד גובה 10,000 רגל מעל-פני השטח - נטוש!

<u>הערה:</u>

המטוס מאבד כ-2000 רגל בכל סיבוב. הפסד הגובה מהכניסה לסחרור עד ליציאה תלוי בגורמים רבים וכללית נע בין 5000 רגל ל-10,000 רגל.

3) <u>סחרור הפוך</u>

א) <u>אבחנה</u>

מד-זווית-התקפה - 0 יחידות, תנועות סבסוב וגלגול במטוס.

המטוס אינו נוטה להיכנס לסחרור הפוך. הוא ייצא מהמצב במהירות כאשר המאזנות והגה הכיוון במצב ניטרלי. נוהל יציאה מחוסר שליטה יבוצע במקרה של כניסה לסחרור הפוך. כאשר הסבסובים וההחלקות ייפסקו, שמור 5-10 יחידות זווית-התקפה עד לעליית המהירות.

<u>טבלת אזהרות</u>

מנורה	תקלה	פעולות	הערות
ALT ENCODER OUT	משדר גובה אינו נותן נתונים.		המערכת והמנורה מנותקות במטוסים - הידלקות המנורה מחייבת לדאוג לניתוקה על הקרקע.
IFF			לא בשימוש עד הכנסת MOD 4.
CANOPY UNLOCKED	אחת משתי החופות לא נעולה.	<u>על הקרקע:</u> פעולות חירום מתאימות. <u>באוויר:</u> הפסק דיחוס וודא ידיות חופה לגמרי קדימה - הקטן מהירות	הפסקת דיחוס מתחת לגובה 25,000 רגל.

מנורה	תקלה	פעולות	הערות
AUTO PILOT PITCH TRIM	קיזוז טייס אוטומטי אינו מתאים למצב הטיסה.	1. נסה לקזז בעזרת המקזז עד שהנורית תכבה. 2. אם לא עזר - החזק מטה בשתי ידיים ונתק טייס אוטומטי	
SPEED BRAKE OUT	מעצורי-אוויר בחוץ.		אזהרה ראשית לא תידלק.
HOOK DOWN	ו-עצירה אינו נעול מעלה.		
STATIC CORR OFF	תקלה במרכז אווירודינמי.	חכה 15 שניות ונסה לחמש מחדש את המערכת.	אם המנורה עדיין דולקת, אין תיקון למד-גובה.
INERT NAV SYS OFF	תקלה במרכז אינרציאלי.	מתג מצפן ל- STBY	בצע יישור באוויר לקבלת ייחוס ממערכת אינרציאלית ושימוש מוגבל בטייס אוטומטי.
RADAR - CNI COOL OFF	קירור מכשירים נפסק.	- הקטן מהירות. - חכה 15 שניות. - נסה לחמש מחדש.	אם המנורה נשארת דולקת, הפסק מכ"מ, חזור לנחיתה.
CABIN TURB OVER SPEED	הלחץ במערכת מיזוג אוויר גבוה מדי.	- הקטן סל"ד. - הקטן מהירות.	אם המנורה נשארת דולקת, הפסק דיחוס בחירום (מתחת 25,000 רגל)
WIND SHIELD TEMP HIGH	חימום-יתר לשמשה קדמית.	מתג הרחקת גשם מופסק.	- הידלקות זמנית בטיסה במאך גבוה היא פעולה סדירה. - המנורה תידלק בתקלת גנרטור וחיבור פסי צבירה מנותק.
DUCT TEMP HIGH	טמפ' האוויר בכניסה למנוע מעל 121°.	- מתחת 30,000 רגל הקטן מהירות. - מעל 30,000 רגל- התייחס למגבלות המנוע.	
L.AUX AIR DOOR R.AUX AIR DOOR	דלת(ות) לא במצב המתאים לידית גלגלים.	בצע פעולות מתאימות	אל תתחשב בנצנוץ המנורה.
BLC MALFUNCTION	המדפים מעלה ואחד משסתומי בקרת שכבת גבול - פתוח.	הקטן כוח ומהירות והורד מדפים.	מנורה דולקת כאשר מדפים מעלה, ועלולה לגרום לשריפה בכנף.

מנורה	תקלה	פעולות	הערות
FUEL LEVEL LOW	כמות הדלק במיכלים 1+2 מתחת 1650±200 ליברות,במטוס ישן - 1800±200 ליברות.	בדוק מתגי העברת דלק בדוק כמות דלק במיכלי 1-2 ע"י מתג בדיקה.	
TANK 7 FUEL	שסתום העברה מיכל 7 לא נפתח.		המנורה תידלק רק לאחר הידלקות מנורת גובה דלק נמוך. מיכל 7 נשאר מלא. מד-דלק של הכמות הכללית יראה טעות של 600±350 ליברות. ניתן לנצל רק את כמות הדלק המופיעה על הסרט (טייפ).
L.EXT TANK R.EXT TANK CTR.EXT TANK	זרימת הדלק נפסקה מ/אל המיכל המתאים. בהעברה - המיכל ריק, בתדלוק - המיכל מלא.		נצנוץ המנורה בזמן העברה סדירה הוא תופעה נורמלית. אזהרה ראשית לא תידלק.
CHK AUG OFF	הלחץ באחת המשאבות ההידרוליות ירד מתחת 1500 psi.	בדוק שעוני לחץ הידרולי.	בצע פעולות חירום מתאימות.
PITCH AUG OFF	משכך הגה גובה אינו מחובר.		הימנע מתנועות מטה חריפות מעל 300 קשר ומתחת 10,000 רגל.
AUTO PILOT DISENGAGED	הטייס האוטומטי נותק.	חבר מחדש כרצוי.	בלחיצה על כיבוי אזהרה ראשית הכבה גם מנורה זאת.
L.ANTI ICE ON R.ANTI ICE ON	- מתג פועל - בסדר. - מתג מופסק - ציוד מוטה.	- הפסק מפסק. - הקטן מהירות.	- אם המנורה כבתה בהקטנת מהירות - אל תתייחס אליה. - אם נשארה דולקת - הישאר במהירות נמוכה, חזור לנחיתה.
OXYGEN LOW	כמות חמצן מתחת ליטר אחד.	הנמך מתחת לגובה 10,000 רגל.	אם מחוג מד-כמות חמצן מסתובב כל הזמן וזרימת החמצן סדירה, ניתן להוציא לחיץ מד-כמות חמצן תא אחורי.
CHECK FUEL FILTERS	אחד ממסנני הדלק או שניהם סתומים.		רשום תקלה בספר המטוס.
D.C. BUS	ניתק החיבור בין פס צבירה ראשי 28 וולט ובין פס צבירה חיוני.	1. בדוק צרכנים מופעלים ע"י פס צבירה ראשי 28 וולט (מ"א לדוגמה) אם אינם פועלים - אין מתח בפס צבירה ראשי. 2. חזור לנחיתה.	זו המנורה היחידה הפועלת על זרם ישר, והיא תידלק גם בתקלת שני גנרטורים.

מנורה	תקלה	פעולות	הערות
APU	לחץ PC-1 מתחת 1000 psi.	אם לחץ PC2 תקין- העבר מתג APU למצב REJECT חזור לנחיתה.	
תא קדמי			
MASTER CAUTION	דולקת במקביל ללוח אזהרות.	בדוק את לוח האזהרות.	לאחר איתור התקלה - כבה את האזהרה הראשית.
FIRE OVER HT FIRE OVER HT	טמפ' גבוהה מדי בבית המנוע או סביב צינור הפליטה.	פעל לפי נוהלי חירום.	
LH GEN OUT RH GEN OUT	הגנרטור המתאים מנותק מפס צבירה.	בצע פעולות חירום מתאימות.	
BUS TIE OPEN	הקשר בין פסי הצבירה ימין-שמאל, מנותק.	בצע פעולות חירום מתאימות.	אין מגבלות תפעול.
WHEELS	המדפים מטה וגלגלים אינם נעולים מטה.	הורד גלגלים או הרם מדפים לכיבוי.	אם המנורה דולקת כאשר המדפים מעלה, יש להתייחס אליה כאל תקלת BLC.
ANTI SKID INOPERATIVE	מונע החלקת מעצורים אינו מחובר, או מקולקל	נסה לחבר מחדש את המתג.	אל תתחשב בנצנוץ רגעי.
תא אחורי			
MASTER CAUTION			דולקת במקביל למנורה קדמית.
CANOPY UNLOCKED	חופה אחורית אינה נעולה.	- ודא ידית נעילת חופה במצב קדמי. - הקטן מהירות.	שחרר דיהום בחירום מתחת 25,000 רגל.
RADAR CNI COOL OFF			דולקת במקביל לתא קדמי.
INERTIAL NAV SYS OUT			דולקת במקביל לתא קדמי.
RADAR TEMP	טמפ' מכ"מ גבוהה מדי.	כבה מכ"מ, המתן זמן-מה, והפעל שנית.	ניתן במצבים מיוחדים להפעיל מכ"מ בחירום.
EJECT	נטוש!	נטוש!	מופעלות ע"י הטייס הקדמי. פועלת ישירות מהמדבר.